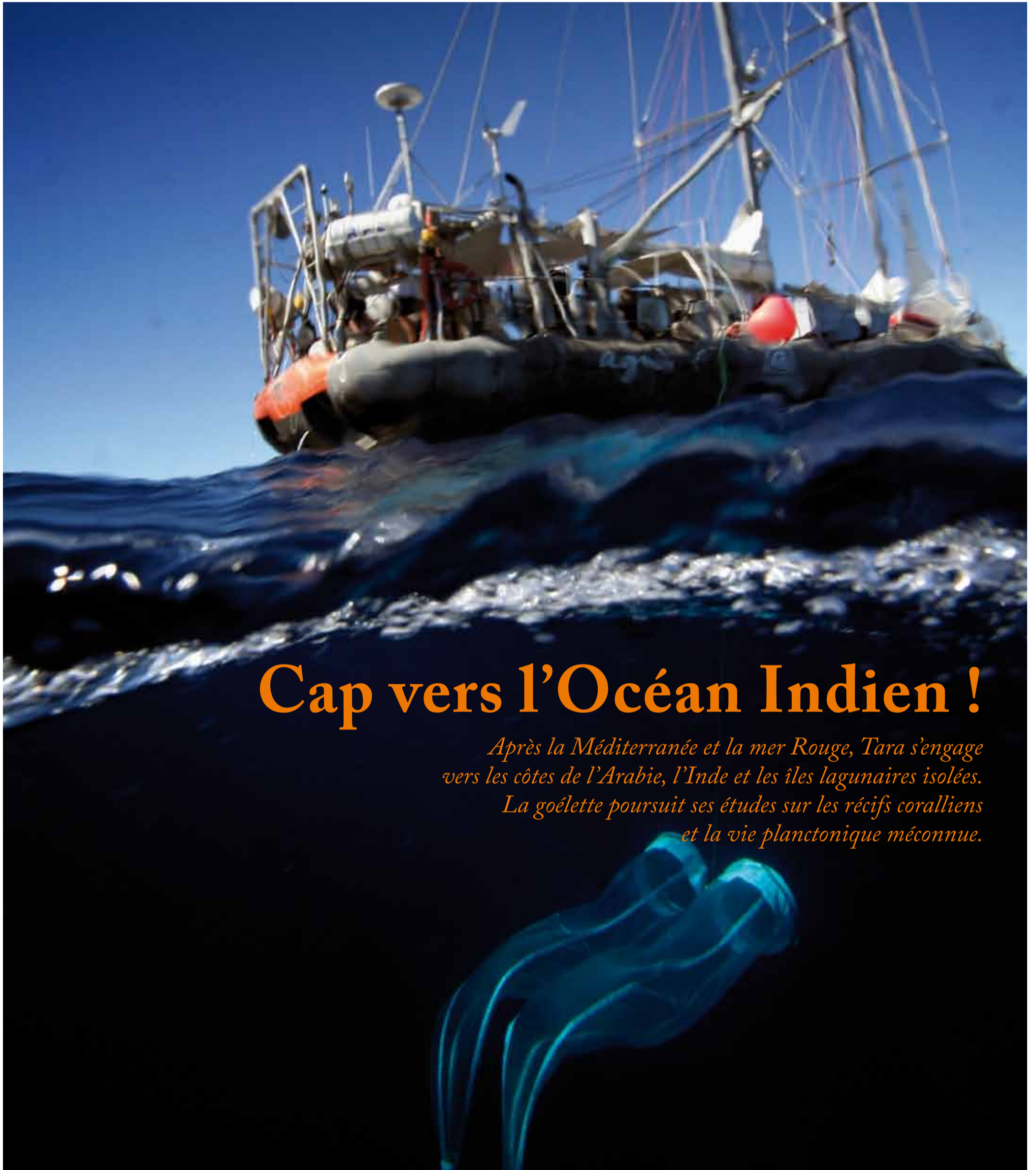


Le journal

N°6 TARA OCEANS



Journal gratuit publié par Tara Oceans. Photographies : Fonds Tara. Direction artistique et maquette : www.be-poles.com
Fonds de dotation Tara 12 rue Dieu 75010 Paris France - +33 1 53 38 44 89 - contact@taraexpeditions.org. Représentant légal et directeur de la publication : Étienne Bourgois. Rédacteur en chef : Lisa Garnier. Direction éditoriale : Eloïse Fontaine. Coordination : Magali Puisseux.
Coordination scientifique : Éric Karsenti. Imprimeur : www.printco.fr. Date de parution et de dépôt légal : 01/03/10. ISSN 1953-6798



Cap vers l'Océan Indien !

Après la Méditerranée et la mer Rouge, Tara s'engage vers les côtes de l'Arabie, l'Inde et les îles lagunaires isolées. La goélette poursuit ses études sur les récifs coralliens et la vie planctonique méconnue.

Cette photo a été réalisée sans trucage. Les filets à planctons sous Tara, en mer Rouge entre Sharm-el-Sheikh (Egypte) et Djeddah (Arabie Saoudite). © D.Sauveur/Fonds Tara



Nouvelles de l'Arctique



Tara a dérivé en Arctique de septembre 2006 à janvier 2008 pour le compte du programme scientifique européen Damocles. © F.Latreille/Fonds Tara

PAR CHRISTIAN DE MARLIAVE *

Début décembre 2009, on a fêté le cinquantième anniversaire du Traité sur l'Antarctique, qui faisait du continent austral une région démilitarisée, consacrée à la Science et à la Paix. Il est remarquable, qu'en pleine guerre froide, les États-Unis, l'Union soviétique et une dizaine d'autres états signataires aient réussi à finaliser un tel accord et l'aient respecté pendant un demi-siècle.

En Arctique, les choses sont bien différentes. Pas le moindre traité international qui se profile à l'horizon, les états riverains (USA, Canada, Russie, Norvège et Danemark) cherchant plutôt à se partager le gâteau, mis en valeur par la rapide disparition de la banquise estivale. Rappelons que les trois derniers étés furent les plus dramatiques de la courte histoire des observations en ce qui concerne l'étendue de la glace de mer et que l'englacement de la mer de Barents et de la baie d'Hudson a été exceptionnellement tardif l'automne dernier, laissant présager un été 2010 dans la veine des trois précédents.

En prévision d'une signature, toujours hypothétique, de la convention du droit de la mer, les États-Unis, mais aussi le Canada, dépensent beaucoup d'énergie et d'argent à cartographier avec une précision diabolique le plateau continental de la mer de Beaufort. Le 18 décembre 2009, Vladimir Poutine lançait le premier pétro-

Aucun traité international ne protège encore le royaume des glaces.

lier (le Kirill Lavrov, 260 m de long) capable de progresser dans une banquise d'un mètre d'épaisseur. Le Conseil de sécurité nationale russe ne vient-il pas d'annoncer que l'Arctique sera en 2020 la principale base de ressources du pays ? Entre temps l'Europe, qui sous la pression de certains lobbies avait maladroitement décidé de bannir tout produit issu du phoque, vient, par retour de bâton, de se voir refuser le statut d'observateur au Conseil Arctique (forum

intergouvernemental traitant des problématiques rencontrées par les gouvernements arctiques et les peuples indigènes de la région).

Et la science dans tout ça ? L'hiver est une période de faible activité en Arctique où seuls les satellites et les balises dérivantes nous renseignent sur l'état des lieux. Toutefois, depuis sa mise en place en septembre 2009, la station dérivante russe SP-37, seule présence humaine dans le haut-Arctique (15 personnes), accumule les données tout en dérivant plein Est dans le giratoire de Beaufort. Après le succès du programme " Damocles ", dont Tara faisait partie, durant lequel les scientifiques ont réussi, pour la première fois, à créer une approche intégrant physique de l'atmosphère, glaciologie et océanographie, afin d'observer, de comprendre et de mesurer le réchauffement climatique dans l'Arctique, la Commission européenne lance un nouveau programme. *L'Océan de demain* dont un des trois volets s'intitule : quantification des impacts du changement climatique sur les secteurs économiques de l'Arctique... Un peu moins de science pure, un peu plus de politique ! ■

* Coordinateur scientifique de Tara Arctic

Le Fonds de dotation Tara

Depuis 6 ans, Tara, avec à sa tête Étienne Bourgois et comme mécène principal agnès b., réalise des expéditions en faveur de l'environnement.

En mai 2009 Tara a changé de statut et est devenu un Fonds de dotation, structure à but non lucratif.

Le Fonds de dotation Tara a pour objet de financer les re-

cherches scientifiques françaises relatives à l'impact du réchauffement climatique sur les écosystèmes, de sensibiliser le grand public aux questions environnementales et de diffuser les données scientifiques à des fins éducatives.

Dans le domaine de la préservation de l'environnement, le Fonds Tara est financé notamment par le Fonds agnès b. dont la création est également récente.

Romain Troublé est le secrétaire général du Fonds et Christian de Marliave et Philippe Clais en sont les administrateurs.

Le Fonds Tara est habilité à recevoir des dons et des legs pour soutenir le financement de l'expédition Tara Oceans. Donnez en ligne sur taraexpeditions.org

Le Fonds de dotation Tara siège au 12, rue Dieu 75010 Paris, France. Une fondation aux États-Unis est en cours de création. ■

Les rendez-vous de Tara

Tara à la Cité des Sciences

Du 23 mars au mois d'octobre 2010, la Cité des Sciences consacre une grande partie de son hall d'accueil à l'expédition Tara Oceans. Un espace réparti en trois thèmes : le bateau et la vie à bord, l'expédition en temps réel et l'enjeu scientifique de la mission.

Accès gratuit, station Porte de la Villette à Paris. Ouvert du mardi au samedi de 10h à 18h, dimanche de 10h à 19h, fermé le lundi.

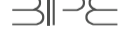
Journées de la mer

Tara participera début juin aux Journées de la mer organisées par le ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer. ■

fonds de dotation agnès b.



Programme des Nations Unies pour l'environnement



ALLMER - ARMATEURS DE FRANCE - AQUALUNG - FERRARI STAMOID - GEOVOILE - GMI - INTERNATIONAL PEINTURE - METEO STRATEGY - NV EQUIPEMENT - PLASTIMO - SELVA ELECTRONIQUE - TIMOLOR

Aux frontières de l'inconnu

Quand la science et la voile se lient au bénéfice de la connaissance



Tara a subi sa première grosse tempête au large de la Sardaigne (Italie). © S.Bollet/Fonds Tara

PAR DINO DI MEO*

Tara Arctic avait largement mis le doigt il y a deux ans sur le réchauffement climatique et sur la fonte exceptionnelle de la banquise due notamment à la dégradation écologique.

La nouvelle expédition Tara Oceans continue son engagement de contribuer à une meilleure connaissance de la planète. Son but ? Nous éclairer sur le comportement d'un monde vivant microscopique abrité par les deux tiers aquatiques de la surface du globe. Cette expédition, très innovatrice en matière de recherche, a quitté Lorient le 5 septembre 2009 pour sillonner les mers du globe pendant 3 ans. Elle va étudier l'énorme pompe à oxygène que constituent les océans là où le plancton produit la moitié de l'oxygène que nous respirons. Les écosystèmes marins sont aussi les plus complexes et aussi les moins connus des Hommes alors que leur biodiversité est considérable.

Des mers chaudes aux pôles, trois ans pour "photographier" le monde vivant microscopique des océans.

Né de la rencontre éclairée d'Étienne Bourgois, président du Fonds Tara et armateur de cet outil exceptionnel que représente ce bateau et d'Éric Karsenti, directeur de recherche à EMBL et au CNRS, Tara Oceans a pris l'engagement de faire face au caractère d'urgence que constitue l'action pour l'écologie à l'échelle planétaire. L'expédition compte à sa tête de nombreux chercheurs de renom qui vont se relayer pendant ces milliers de milles nautiques afin d'identifier, analyser et comptabiliser les milliards d'organismes microscopiques qui composent nos océans. Océanographes, biologistes, généticiens et physiciens

des plus grands laboratoires mondiaux dotés d'une technologie de pointe n'auront qu'un seul mot d'ordre : partager et faire partager toutes les informations récupérées durant leurs prélèvements. L'ensemble formera une base de données bio-océanographique multidimensionnelle en accès libre. Une clé qui pourrait permettre de comprendre l'évolution de la vie et du climat de la planète.

L'organisation très complexe – surtout pour Romain Troublé directeur des opérations, – pour ce qui concerne la coordination et la logistique fait de Tara Oceans une expédition pionnière comme l'avait d'ailleurs été Tara Arctic, il y a quatre ans. En trois ans, un équipage international formé de quinze personnes environ et dépendant d'une vingtaine d'organisations et de laboratoires de sept pays différents va se relayer pour scruter les eaux de la Méditerranée, la mer Rouge, les océans Indien, Atlantique, Arctique et Pacifique, ainsi que de nombreuses mers et récifs coralliens.

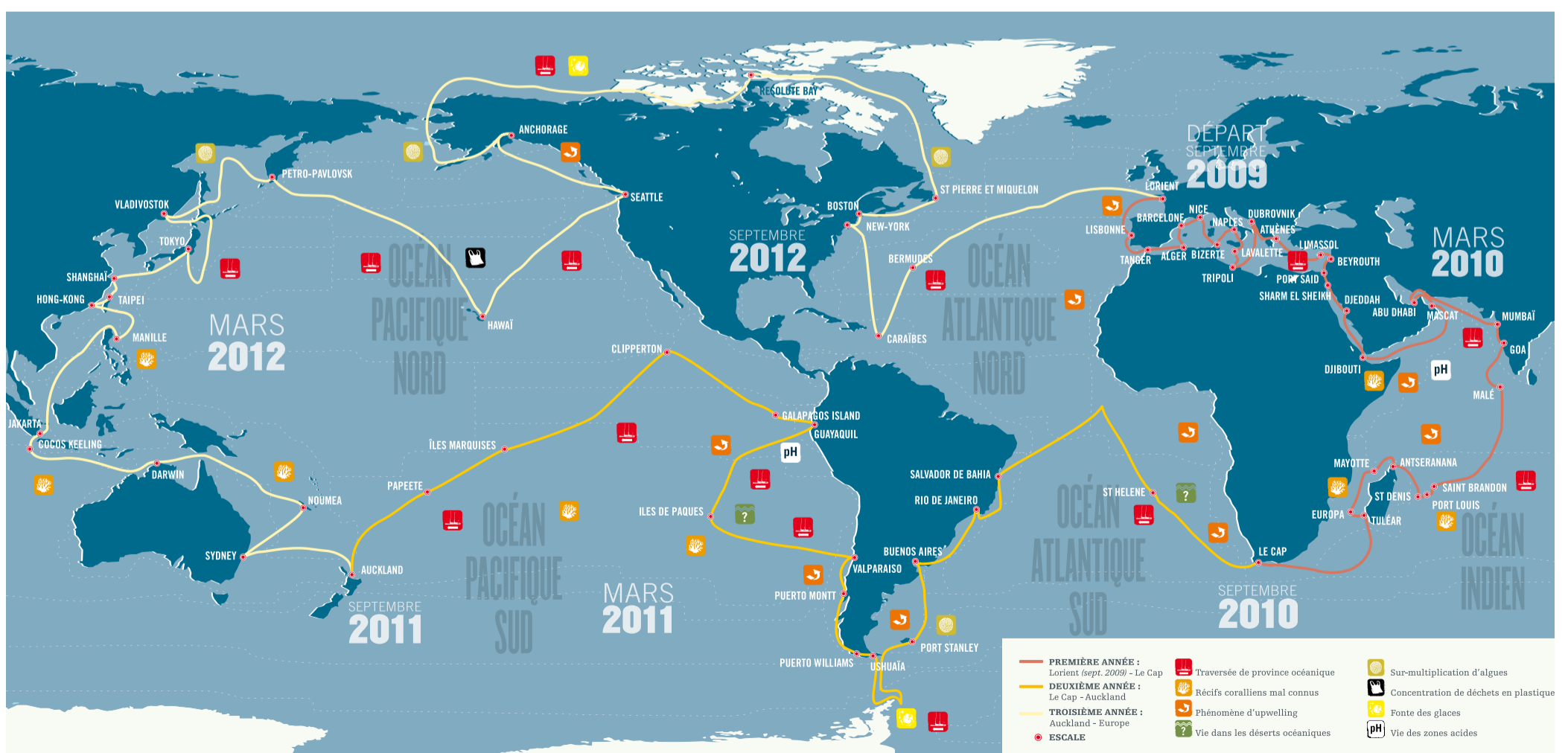
Plus de 100 scientifiques participent à l'aventure de Tara.

En tout, Tara fera près d'une soixantaine d'escales dans cinquante pays différents. Au programme : Barcelone, Mascate, Bombay, Le Cap, Rio de Janeiro, Auckland, Hawaï... Cette nouvelle aventure veut également se montrer aux yeux de tous et communiquer au travers d'un programme de sensibilisation et d'éducation. Une quête à laquelle se sont associés agnès b. et d'autres mécènes. ■

* Journaliste à Libération.

LES CHIFFRES DE L'EXPÉDITION

3 ans d'expédition (septembre 2009 à novembre 2012) -- **150 000 kilomètres** autour du globe -- **12 heures** durée d'une station de prélèvement -- **12 domaines** scientifiques -- **161 mesures** par station scientifique -- **2 500 mètres** de treuil océanographique -- **100 scientifiques** impliqués dont **21 coordinateurs** scientifiques -- **18 laboratoires** impliqués répartis dans **7 pays** -- **15 personnes** à bord, rassemblant marins, scientifiques & journalistes -- **50 partenaires**, soutiens et fournisseurs -- **50 pays** traversés -- **68 escales**.



L'expédition Tara Oceans va parcourir 150 000 kilomètres pour étudier diverses zones océaniques. © be-poles pour le Fonds Tara



Au milieu du canal de Corinthe (Grèce). © S.Bollet/Fonds Tara



Tara passe le canal de Suez (Égypte). © D.Sauveur/Fonds Tara

La période de rodage est terminée

PAR LISA GARNIER*

L'expédition Tara Oceans s'est décidée en septembre 2008 pour un départ en septembre 2009. C'est dans ce court laps de temps que les chercheurs ont dû mettre au point le matériel, les protocoles et l'organisation des manipulations à bord de la goélette.

Depuis l'escale d'Athènes en Grèce, Tara est devenu un véritable navire océanographique. La goélette possède à son bord tout le matériel et la technique nécessaires aux mesures et aux échantillonnages de l'eau de mer. La rosette CTD a été embarquée à Nice en France et le SPIM, permettant de faire de l'imagerie en trois dimensions a trouvé sa place dans le laboratoire sec climatisé du bateau. Le SPIM ainsi que tous les autres prototypes fonctionnent (le TSG, le AC-s et le FRRF ; pour une description, lire p.9). Seul le logiciel du SeaFlow, un cytomètre de flux, n'est pas complètement stable. La

difficulté est donc de réussir à régler les problèmes à distance avec son concepteur, le scientifique, Jarred Swalwell, basé à l'université de Washington aux États-Unis.

Pour ce qui concerne le laboratoire humide situé sur le pont arrière et où a lieu la filtration de l'eau de mer et la fixation des échantillons, Tara a reçu une hotte aspirante pour le ventilateur. C'est là aussi sur le pont, que les scientifiques se sont rendus compte que les protocoles de nettoyage des machines de pompage ne pouvaient être basés sur de l'acide chlorhydrique, corrosif pour un bateau fait d'aluminium...

À Nice, Tara a dû quitter son congélateur

à -80°C, trop énergivore et trop volumineux pour de petits échantillons, on lui a préféré un congélateur à -20°C.

" Nous nous sommes également rendus compte qu'il nous manquait une personne

numéro correspond tous les paramètres de mesures liés à l'échantillon (profondeur, salinité, etc.). Avant cela, il fallait tout faire à la main, ce qui était très fastidieux. "

Enfin, concernant les extractions des molécules d'ADN et d'ARN des protistes dans le laboratoire du Génoscope (France) à terre, la mise au point des protocoles en amont du départ de Tara a permis de révéler des problèmes d'irrégularité des mailles des filtres utilisés à bord. Le protocole de filtration a dû être changé en cours de route, modifiant automatiquement celui des extractions en laboratoire. " Nous sommes toujours en train d'y travailler " explique Olivier Jaillon, chercheur au Génoscope. " Mais aujourd'hui nous parvenons à extraire de l'ADN et de l'ARN à partir du milieu marin et nous avons vérifié bien sûr qu'il s'agit bien de protistes ". ■

* Journaliste scientifique.

Depuis Athènes, la goélette est devenue un véritable navire océanographique.

responsable du laboratoire de biologie " explique Éric Karsenti, co-directeur de l'expédition Tara Oceans. " Une personne va donc être recrutée pour s'occuper du traçage des échantillons, du matériel, de la base de données et du suivi des protocoles. D'ailleurs, un ordinateur étanche (Toughbook Panasonic) a été installé dans le laboratoire humide. Le système fonctionne comme ceux des supermarchés. Chaque échantillon est associé à un code barre. À ce

Le stress du mécano

Gros plan sur Julien Daniel

Brestois de 28 ans, officier de première classe dans la marine marchande, Julien Daniel se trouve actuellement embarqué à bord du *Rara Avis* du Père Jaouen. En 2009, il embarque sur Tara grâce à son statut d'élève officier et sa licence Télécom réseau. " J'ai fait une candidature spontanée par courrier

électronique. Tara c'était le bateau de Sir Peter Blake. Je le connaissais depuis longtemps. J'ai embarqué au mois de septembre 2009 pour Tara Oceans. J'ai eu une seule frayeur. C'était la nuit, un vendredi 13. Nous étions dans la salle des machines et il y a eu quelques étincelles sur un des moteurs. En fait, je n'ai eu peur qu'après coup et le problème s'est révélé sans conséquences. En revanche, les cinq mois passés à bord n'ont été que du plaisir. Il n'y a que des gens géniaux. J'ai débarqué en Grèce. Je dois réembarquer à Bombay, direction l'Afrique du Sud. J'ai fait dix ans d'encadrement voile. Ce bateau m'a donné des idées. Après Tara, j'ai un projet de dix mois en Norvège... " ■ DD



Julien Daniel, perché en haut du mât. © S.Bollet/Fonds Tara

Souvenir d'escales

" Il y a certains moments qui s'installent dans notre mémoire, et qui deviennent un souvenir dans lequel s'envelopper quand la vie se fait plus dure. J'ai un bout de pellicule de ce genre, mise en boîte à l'occasion du mouillage de Tara dans une petite crique grecque, à l'ouest d'Athènes.

En émergeant de la cale où je classais des échantillons, j'ai réalisé que le bateau avait stoppé dans une anse, et, émerveillé comme un enfant, que nous avions l'autorisation de nous baigner !

Ces quelques longueurs de brasse respectueuse autour de Tara, dans cette eau que l'on fouille habituellement de manière si indiscreète, m'ont permis de rentrer dans la toile idyllique du paysage.

Et j'ai pu chaparder pour mon compte un bout de la fresque de cette expédition, que j'ai ramené jusqu'à Roscoff la lointaine ! " **CHRISTOPHE BOUTTE, SCIENTIFIQUE À BORD DE TARA**

" Escale à Alger : Les élèves voilées et rigolardes de l'Institut Océanographique prenant des photos des copines sur le pont de Tara.

Escale à Tunis : Le ballet des laissez-passer obligatoires et le débriefing du directeur de la marina dans une ambiance pré-électorale. "

CHRISTIAN SARDET, COORDINATEUR SCIENTIFIQUE DE TARA OCEANS

" Mon meilleur souvenir ? L'arrivée à Naples où j'ai travaillé pendant de nombreuses années et trouver une salle pleine d'enfants de tous âges qui attendaient avec impatience le capitaine Hervé Bourmaud pour lui présenter une maquette de Tara qu'ils avaient construite en classe depuis des semaines " **CHRIS BOWLER, COORDINATEUR SCIENTIFIQUE DE TARA OCEANS**

" Premier souvenir : Tara à Barcelone, au pied des Ramblas, au cœur de la ville. Les touristes nombreux font des allées et venues entre le plateau de télévision de l'émission française Thalassa et le quai auquel est amarré le bateau.

Deuxième souvenir : Tara à Beyrouth au fin fond du port de commerce, il semble tout petit, derrière des grandes grilles, surveillé par des militaires en tenue de camouflage. Mais un accueil formidable et chaleureux. Beyrouth où j'ai pu retrouver toute l'équipe et où nous avons fait la fête pour célébrer l'anniversaire d'Olivier Marien, capitaine en alternance avec Hervé Bourmaud. Le reste des escales je les vis devant mon ordinateur... "

ÉTIENNE BOURGOIS DIRECTEUR DE TARA OCEANS



“ Quand Tara catalyse les énergies ”



Éric Karsenti dans le laboratoire humide de Tara. © S.Bollet/Fonds Tara



Étienne Bourgois sur Tara dans la timonerie. © F.Latrelle/Fonds Tara

PAR LISA GARNIER

Éric Karsenti, directeur d'unité à l'EMBL (European Molecular Biology Laboratory) et co-directeur de Tara Oceans et Étienne Bourgois, directeur général d'agnès b., co-directeur de Tara Oceans et président du Fonds Tara font le bilan des six premiers mois de l'expédition.

Une telle expédition demande une logistique à toute épreuve et des échanges constants entre l'équipage, les équipes de recherche et les personnes qui nous accueillent lors des escales.

Avant le départ à Lorient de Tara, vous déclariez devoir “ tâtonner d'un point de vue humain, technique et scientifique ”. Du chemin a été fait...

EB : En effet nous avons dû embarquer le matériel à bord sans l'avoir en partie testé. Faute de temps. Tara est même parti sans la rosette-CTD. Mais aujourd'hui, tout est en place. Pour le reste de l'équipement, tout avait été anticipé et prévu. Les modifications ont donc été mineures par rapport aux plans initiaux.

Concernant la partie humaine, on ne voulait pas que Tara Oceans soit simplement une expédition scientifique “ classique ”. Il fallait qu'elle soit à dimension humaine, proche des gens, via Internet, et qu'on réussisse à la faire vivre au quotidien. À bord, on redoutait l'effet “ trois équipes séparées ” avec les navigateurs, les scientifiques et les journalistes travaillant chacun pour soi. Mais c'est tout le contraire. Tout le monde est très motivé et porté par le projet.

EK : C'est dans l'organisation que nous avons tâtonné. Normalement, on fait une grande réunion de travail, un “ workshop ”, sur le bateau avec les équipes avant de partir. Dans notre cas, le temps nous a rattrapé et nous sommes partis avec des protocoles non définitifs. Jusqu'à Nice (France), les personnes à bord ont appris à s'organiser. Entre Nice et Naples (Italie), tout s'est vraiment mis en place. Et après Naples, c'est devenu presque parfait. Finalement, nous avons pu organiser une grande réunion à Sharm-el-Sheikh (Egypte), au mois de janvier dernier. Les scientifiques, qui vont se succéder sur Tara jusqu'au mois de juillet prochain, étaient présents.

EB : À partir de Nice, Tara a subi une très mauvaise météo. Pendant près de trois semaines, les mesures scientifiques ont été réduites mais cela nous a permis de régler beaucoup de problèmes d'ordre organisationnel à bord- espace-stockage, etc... Au début, je trouvais que les rotations des scientifiques à bord étaient très fréquentes. Mais j'ai réalisé que c'était un moyen de les “ tester ” (pour le mal de mer, par exemple !) et de motiver les laboratoires et les équipes. Chaque équipe a pu ainsi se rendre compte du bateau, du travail et des possibilités d'échantillonnages à bord.

Comment cela s'est-il mis en place ?

EK : Dans le projet scientifique, les thèmes sont complé-

mentaires. Il y a des gens qui travaillent sur les bactéries et les virus, d'autres qui étudient les protistes, et d'autres encore qui s'intéressent à des organismes plus gros. Enfin, il faut inclure la collecte des données physico-chimiques. Toutes ces personnes travaillent dans des laboratoires différents et avant le projet “ Tara Oceans ” aucunes n'avaient jamais travaillé ensemble. Toutes sont arrivées à bord avec un protocole précis. Or, comme les places à bord sont “ chères ”, les personnes présentes une semaine sur le bateau n'étaient jamais des spécialistes des autres domaines de recherche. Les premières semaines, l'organisation des échantillonnages changeait en fonction des chercheurs à bord. C'est ce qu'il a fallu harmoniser. Les chercheurs ont dû s'adapter aux protocoles.

Tous les tracas sont terminés alors ?

EB : Dans toute expédition, (Tara en est à sa huitième depuis 2003), il y a toujours des problèmes divers à régler mais c'est ce qui fait le charme de ces missions... Dans le cas de Tara Oceans, il faut entre autres s'assurer de la continuité de la chaîne du froid pour les échantillons du bateau jusqu'à Heidelberg en Allemagne. Sur ce point, je tiens à souligner la remarquable efficacité de notre partenaire World Courier. Il faut s'assurer de la sécurité dans les ports et dans nos manœuvres. Il faut aussi gérer les problèmes de douanes pour les autorisations de prélèvements ainsi que l'obtention des visas pour les personnes à bord. Bref c'est un vaste circuit permanent entre le bureau, Tara, le ministère des Affaires étrangères, les ambassades locales, les scientifiques...

Il est vrai qu'en naviguant dans les eaux internationales de l'océan Indien, nous ne sommes plus dans les contraintes de la Méditerranée. Tara ne prélevait que de l'eau et pourtant il existe des droits de propriété des états sur ces échantillons. C'est très compliqué de gérer les demandes d'autorisations de prélèvements en fonction de la

Toute personne intéressée par l'aventure peut désormais faire un don au Fonds de dotation.

demande des scientifiques, qui eux ne voient ni douanes, ni frontières mais une nouvelle zone marine particulièrement intéressante à étudier apparue grâce aux conditions météorologiques ! Sauf qu'à ce moment-là nous n'avons pas forcément les autorisations pour échantillonner en ces endroits précis ! Cette gestion est difficile parce que les contraintes sont fortes selon les pays visités. Cela ne rigole pas du tout !

Un regret ?

EB : On a dû abandonner de faire escale sur l'île de Chagos dans l'océan Indien. Après de nombreux échanges nous n'avons pas réussi à obtenir les autorisations nécessaires...

EK : Nous allons sur un autre atoll peu connu, l'île de Saint-Brandon, situé dans les eaux de l'Île Maurice.

Comment le public peut-il vous aider ?

EB : Le statut du programme Tara a changé. En devenant un

Fonds de dotation, toute personne peut faire un don pour l'expédition. Notre problématique majeure est de trouver des financements. Le projet est atypique. Tout le monde parle d'environnement et a envie de s'investir... Nous sortons des sentiers battus.

Quelle est votre force ?

EB : Notre force est de regrouper des équipes scientifiques de haut vol dans chacun des domaines. C'est ce qui rend notre projet différent. À travers tous ses âges et toutes ses nationalités, Tara Oceans représente la diversité humaine et l'échange. Tout le monde a fourni des fantastiques efforts depuis le début pour réaliser cette aventure hors du commun. Nous allons à la découverte des micros-organismes. Le sujet est complexe et nouveau mais nous sentons une énorme attente du grand public pour connaître et comprendre leur rôle.

EK : Nous représentons une science moderne et sans frontières. Nous catalysons les énergies ! Au service de la connaissance de toute vie sur Terre. ■

agnès b.

agnès b. soutient Tara depuis sa création à travers son Fonds de dotation. C'est son engagement citoyen.



En décembre 2009, agnès b. était à bord de Tara à Port-Saïd (Egypte) afin d'encourager l'équipage. © D.Sauveur/Fonds Tara



L'océanographie "made in Tara"



En station. © D.Sauveur/Fonds Tara

PAR DINO DI MEO

Une chose est certaine, pour comprendre l'impact du réchauffement climatique sur les écosystèmes marins il faudra attendre d'avoir toutes les données collectées par l'expédition pendant les trois années de prélèvements à travers les mers du globe. C'est l'avis de Chris Bowler, directeur du laboratoire de biologie des plantes de l'École normale supérieure à Paris et l'un des cinq coordinateurs principaux de Tara Oceans.

C'est la première fois qu'une expédition effectue un échantillonnage aussi précis en même temps. "La grande nouveauté de Tara, c'est d'avoir placé sur le bateau plusieurs instruments de pointe développés précédemment pour la recherche biomédicale. Par exemple, un cytomètre en flux (appelé SeaFlow) et une nouvelle génération de microscopes (SPIM), chacun avec les caractéristiques adaptées à la recherche océanographique", affirme-t-il. "Le cytomètre SeaFlow fonctionne sur les mêmes principes que les cytomètres utilisés dans les laboratoires d'analyses. Il trie les cellules selon leur taille, leur couleur et leur forme, vingt-quatre heures sur vingt-quatre pendant toute l'expédition". Parallèlement, un échantillonnage est effectué un jour sur deux avec des prélèvements en surface mais surtout dans le DCM (Deep Chlorophyll Max), l'endroit où se trouvent la plupart des algues, ou phytoplancton. "Le DCM est variable selon les zones", continue Chris. "Il faut chercher la fluorescence de la chlorophylle pour déterminer à quelle profondeur se trouve ce DCM, pour ensuite effectuer un tri par maillages différents et obtenir une séparation des organismes par taille. Cela va d'organismes mesurant plus de deux millimètres jusqu'à ceux de moins d'un micron. Les plus grands représentent le zooplancton. Ensuite viennent les protistes, les bactéries et enfin les virus".

Cette opération, jamais réalisée auparavant, met en évidence de 10 à 100 milliards d'organismes dans quelques litres d'eau concentrés pour pouvoir les trier sur des membranes. L'étude tient également compte des caractéristiques physiques de la colonne d'eau par exemple en nitrates, phosphates et oxygène. Un prélèvement qui peut aller jusqu'à 2 000 mètres de profondeur. Pour cela, l'accent

a été mis sur l'étude des "gyres" (celui situé au sud de Chypre est un exemple, ndlr). Des courants de masses d'eau relativement isolées, renfermant sur toute la hauteur de leur colonne des organismes très différents de ceux trouvés à l'extérieur du tourbillon. "On ne comprend toujours pas, dit-il. On sait l'observer, mais on ne peut toujours pas expliquer pourquoi."

Le chercheur qui aurait préféré que l'expédition parte un peu plus tard puisque lors des premières étapes méditerranéennes

Pour Chris Bowler, le fait d'échantillonner tous les organismes n'a jamais été réalisé auparavant. "Pour une raison simple" explique-t-il. "Les océanographes ne sont pas des biologistes. Ils ont énormément d'expertise en physique et chimie mais pour eux, la biologie est souvent limitée à la concentration de chlorophylle, et ils ne tiennent pas compte de l'ensemble des organismes et de leurs activités." Les données doivent permettre de comprendre pourquoi, à l'échelle planétaire, on trouve tel organisme à un endroit et pas à un autre. Cela passe par l'étude

"Les échantillonnages permettront de comprendre pourquoi, à l'échelle planétaire, on trouve tel organisme à un endroit et pas à un autre."

de la circulation de l'eau, les changements dans la concentration d'oxygène et la variabilité de l'acidité (pH) selon les zones. "En gros, savoir quelles conséquences tout cela a sur la vie." La mission de cette étude devra également répondre à une question majeure : quel est l'impact de l'homme sur les écosystèmes marins ? Les transports jouent un rôle très important puisque les espèces peuvent facilement passer et s'implanter d'un endroit à un autre. Notamment, grâce à l'ouverture du canal de Panama et de celui de Suez, qui ont changé la distribution de certaines espèces. "Quel est le réel impact de l'homme sur tout cela ?" s'interroge Chris. "On en saura sûrement plus après." ■

"À la manœuvre"

Gros plan sur Fabrizio Limena, officier de pont d'octobre 2009 à janvier 2010



Ce grand gaillard de 27 ans, c'est Fabrizio, notre officier de pont.

© D.Sauveur/Fonds Tara

PAR DAVID SAUVEUR*

Fils d'un officier de la marine brésilienne épris de la mer, également musicien comme son père, il navigue depuis l'âge de six ans, lorsqu'il borda ses premières voiles au yacht club de Ilha Bela, la "belle-île" brésilienne. Depuis son adolescence, il a eu l'occasion de pratiquer la course sur toutes sortes de bateaux avant de passer ses brevets de capitaine de yachts. Fabrizio le navigateur a déjà sillonné toutes les mers sur différents voiliers, jusqu'aux confins du globe lorsqu'il descendit en Antarctique par 69 degrés sud, à bord du *Pangaea* de Mike Horn.

Son travail à bord : surveiller tout l'équipement du pont. Voiles, winchs, cordages, annexes, tout ce qui sert à naviguer à la voile et également le matériel de plongée. Il dirige les manœuvres au pont, à la voile comme dans les ports lorsqu'il s'agit d'aborder un quai. Il doit également veiller à la sécurité lors des opérations et aider les scientifiques à manipuler leur matériel.

As-tu déjà eu des frayeurs sur Tara?

Quand tu montes sur un bateau comme celui-ci, tu sais à quoi t'attendre, alors tu anticipes ce qui peut se passer. On a essayé une ou deux tempêtes mais ça allait... C'est excitant de naviguer sur Tara car c'est un bateau prêt à tout et qui peut faire le tour du monde. L'autre soir j'étais quand même un peu nerveux : au large du Yémen il peut y avoir de la piraterie et dans la brume il y avait quelques navires autour... Il valait mieux rester discret !

Quels sont les plus importants défis à relever sur Tara ?

Faire en sorte que tout aille bien quand on manœuvre à la voile et dans les ports. À bord l'équipage est composé de toutes sortes de gens : marins et scientifiques ; ce sont différentes réalités. Il faut faire en sorte que tout soit fluide et que les manœuvres se passent bien.

Comment es-tu arrivé sur Tara?

Je connaissais le bateau depuis Sir Peter Blake et j'en rêvais. Depuis que je l'ai vu, je l'avais en tête ! Je travaillais il y a quelque temps sur le *Pangaea* de Mike Horn qui était en chantier à Lorient à côté de Tara, alors j'ai pris contact avec l'équipe... et me voilà à bord. ■

* Correspondant à bord de Tara de novembre 2009 à janvier 2010.

12 HEURES DE PRÉLÈVEMENTS

© D.Sauveur/S.Bollet/Fonds Tara



1. Pont arrière de Tara au début d'une station scientifique, durant laquelle la goélette va réaliser "en stationnaire" des prélèvements sur une zone d'intérêt choisie grâce à des données satellitaires.



2. Les scientifiques envoient la rosette pour effectuer des mesures physico-chimiques. Cette première plongée permet de relever les caractéristiques de la colonne d'eau.



3. Parallèlement, la pompe péristaltique est installée sur le pont tribord de Tara pour prélever jusqu'à 50 litres d'eau de mer par minute, sans endommager les organismes.



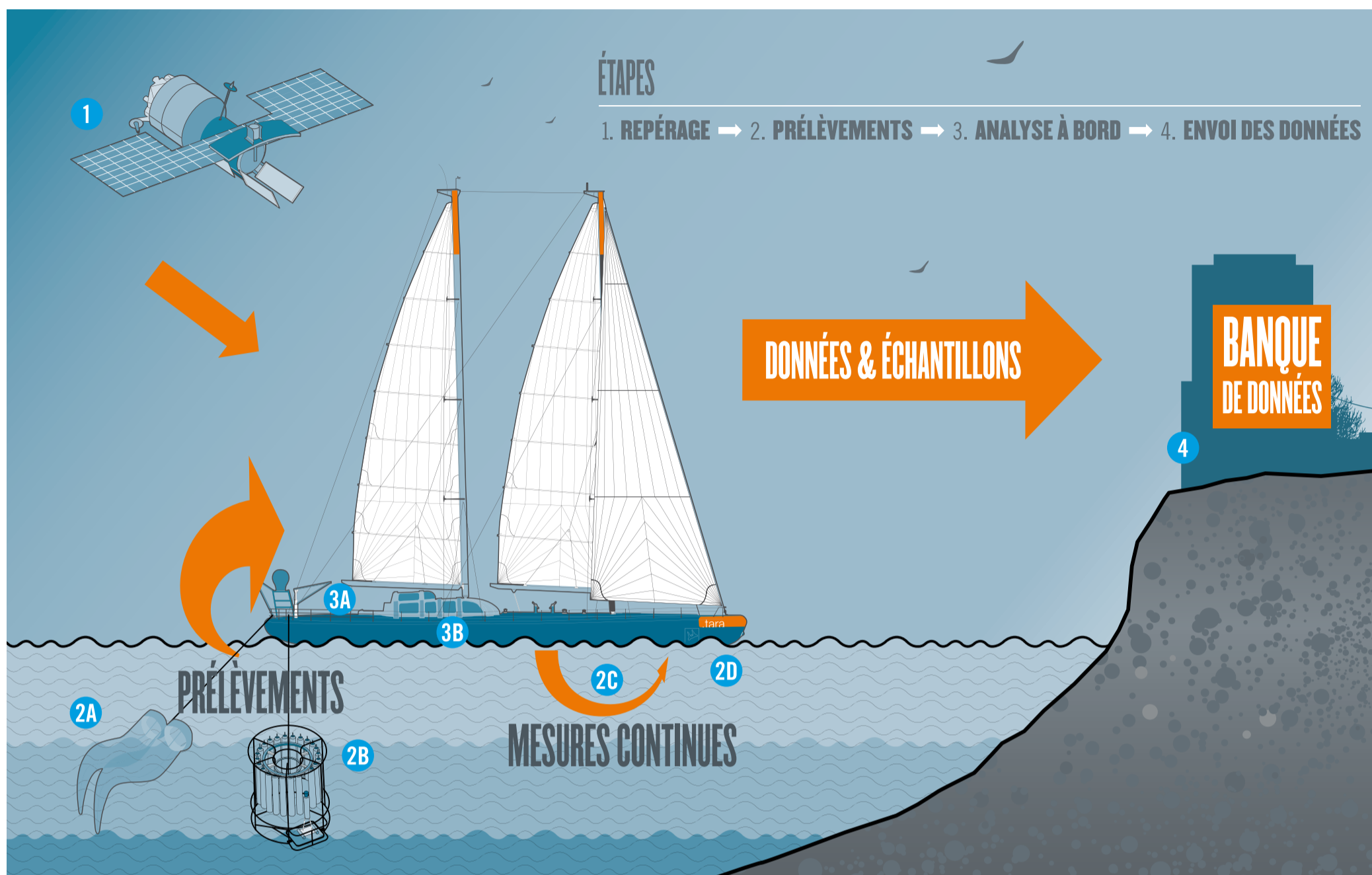
4. Sur le pont arrière, des filets avec différents maillages sont plongés à différentes profondeurs et jusqu'à 500 mètres. Ils permettent de récupérer les planctons.



5. L'eau recueillie par la pompe est acheminée vers le laboratoire humide. Une partie de l'eau est alors filtrée à travers des rampes et des étrières qui retiennent les planctons sur leurs membranes.



LE VOYAGE DES DONNÉES ET DES ÉCHANTILLONS



© be-poles pour le Fonds Tara

1 LES SATELLITES

Avant l'arrivée de Tara, les satellites fournissent des informations sur les courants, et facilitent le choix de la position des prélèvements à réaliser. Mais alors que les satellites ne "voient" qu'à 5 mètres sous l'eau, Tara se rend sur place pour récolter d'autres informations plus complètes.

2A LES FILETS À PLANCTONS

Tara récupère dans ses filets des planctons de différentes tailles : < 680, < 300, < 200, < 180, < 50 et < 20 microns (un micron correspond à un millionième de mètre).

2B LA ROSETTE

La rosette prélève des échantillons d'eau à différentes profondeurs grâce à l'ouverture préprogrammée de ces bouteilles. À l'aide de son treuil, elle peut être immergée jusqu'à 2 000 mètres ! Grâce à des capteurs, elle mesure les caractéristiques de l'eau : pression, température, salinité, densité, turbidité (présence de masses organiques de l'eau), fluorescence, teneur en chlorophylle, azote, oxygène et nitrate, potentiel de transmission de la lumière. Le Profileur de Vision Marine installé sur la rosette permet d'étudier le zooplancton et la neige marine.

2C MESURES CONTINUES

Sous la coque, des capteurs et une pompe mesurent en continu : salinité, température, fluorescence, teneur en chlorophylle et efficacité de la photosynthèse.

2D AUTRES MESURES POSSIBLES

D'autres appareils peuvent être utilisés à certains points de l'expédition. Par exemple, les gliders, des robots sous-marins ont été utilisés pour étudier un tourbillon au large de Chypre. Un autre appareil va être utilisé pour mesurer les propriétés oculaires de l'eau.

3A LABORATOIRE HUMIDE

Les échantillons sont congelés à différentes températures dans le laboratoire humide puis analysés sur Tara ou stockés en attendant d'être débarqués.

3B LABORATOIRE SEC

Grâce au laboratoire sec, situé à l'intérieur du bateau, les scientifiques peuvent étudier sur place une partie des échantillons. Les microscopes et un studio macro-vidéo permettent de mettre en image les organismes du plancton. La Flow Cam permet de les photographier. L'AC-S mesure les propriétés des particules présentes dans l'eau. Un studio macro permet également l'étude des coraux.

4 À TERRE

Les échantillons et les données sont débarqués à terre et transportés jusqu'en Allemagne (à côté de Francfort). C'est là qu'est stockée la base de données de l'expédition.

Les différents échantillons et les données collectés sur Tara sont ensuite dispatchés dans différents laboratoires en France (à Villefranche, à Roscoff, au Génoscope à Evry), en Espagne (à Barcelone), en Allemagne (à l'EMBL) ou aux États-Unis (Hawaï...) en fonction des spécialités scientifiques étudiées.



6. Une autre partie de l'eau est filtrée par un système de filets superposés de différents maillages avant d'être filtrée une nouvelle fois à l'intérieur du laboratoire humide.



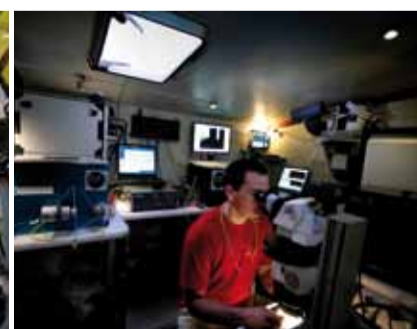
7. Sur le pont arrière, la rosette est remontée. Grâce à ses bouteilles à ouverture pré-programmée, elle a récolté de l'eau à différentes profondeurs et jusqu'à - 2 000 mètres.



8. L'eau récoltée en profondeur par la rosette, comme l'eau pompée plus en surface, sera filtrée, fixée chimiquement ou échantillonnée en fonction des différents types d'organismes étudiés.



9. Certaines fixations des échantillons requièrent l'utilisation d'azote liquide. Une fois constitués les différents types d'échantillons sont stockés dans des réfrigérateurs situés en cale avant du navire.



10. Dans le laboratoire sec, des instruments collectent des données en continu ou permettent de mesurer et de visionner les spécimens d'une biodiversité marine largement méconnue.



Les premiers essais de la rosette CTD

Reportage sur Tara à Nice lors de ce moment crucial pour l'expédition

PAR LISA GARNIER

Sous ce nom technique se cache une batterie d'appareils sophistiqués aptes à prélever et mesurer un grand nombre de paramètres physiques et chimiques de l'eau de mer. Récit d'une mise à l'eau réussie.

Le temps est beau, la mer calme, le vent inexistant. Le coup de canon de midi raisonne dans le port de Nice et la goélette Tara quitte le quai en direction de la rade de Villefranche-sur-Mer. Tout est en place pour les premiers essais de la rosette CTD, l'outil phare de la mission Tara Oceans, co-financé par la Fondation Veolia Environnement et la Région Bretagne. Haute de plus d'un mètre, elle est solidement campée sur ses rails qui la mènent à l'arrière du bateau, là où elle sera toujours mise à l'eau. " Il a fallu quatre mois et demi de travail pour mettre au point cette rosette spéciale Tara, " indique Marc Picheral, ingénieur et spécialiste des CTD au laboratoire du CNRS à Villefranche-sur-Mer, qui s'affaire à réaliser les derniers branchements électroniques avec Sarah Searson, ingénieur océanographe. Les CTD sont des appareils permettant de mesurer en continu la conductivité – à partir de laquelle l'on déduit ensuite la



Tara vu du mât. © S.Bollet/Fonds Tara

salinité – et la température de l'eau de mer ainsi que la pression à laquelle se trouve l'instrument. La mesure de la pression permettant d'identifier la profondeur exacte. CTD est l'acronyme anglais de Conductivity, Temperature, Depth : soit Conductivité, Température, Profondeur.

Sur la rosette de Tara, les chercheurs ont associé d'autres capteurs : un capteur de l'oxygène dissous dans l'eau, un capteur de fluorescence qui estime la quantité de pigments photosynthétiques et surtout le Profileur de Vision Marine développé au laboratoire d'Océanographie de Villefranche par l'équipe de Gabriel Gorsky, responsable de l'opérationnel océanographique. Le nom de rosette lui vient de sa forme ronde caractéristique due à son assemblage de bouteilles de prélèvement (Niskin) accolées les unes aux autres. Vue de dessous – ou de dessus – elle doit faire penser à un vitrail d'une cathédrale gothique, la rosette...

Dans la rade de Villefranche-sur-Mer, le capitaine Hervé Bourmaud positionne le bateau sur un fond de 20 mètres. Il faut, pour ce premier essai, parer à tout problème de treuil. L'eau est bleue, telle qu'on se l'imagine en Méditerranée. " S'il y a le moindre problème technique, les laboratoires sont juste en face " informe Gabriel Gorsky. Alors que les ingénieurs et l'équipe de

bord ont enfilé leurs gilets de sauvetage obligatoire à l'arrière du bateau, Rosie – c'est le surnom de la rosette – est lentement poussée vers la plateforme de mise à l'eau ; on l'accroche au treuil par un câble en inox antitorsion, qui la soulève et la place au-dessus de l'eau. Le feu vert est donné. La rosette est immergée pour son premier bain " en douceur " dit Marc. C'est 300 000 euros qui plongent dans l'eau... À seulement 10 mètres, il est prévu que Rosie récupère et enregistre ses premières données mais les capteurs fonctionnent-ils ?

Après 10 minutes d'attente, la rosette est lentement remontée. Puis, avec chacun une gaffe en main – pour les non-spécialistes, c'est une tige en bois ou en aluminium avec pour extrémité un crochet recourbé vers l'intérieur – Marc et Sarah récupèrent la plateforme instrumentée pesant la bagatelle de 250 kg à bord. Vite, ils branchent le câble conducteur étanche qui relie l'ordinateur situé dans l'atelier électronique aux données prélevées par Rosie. Tout semble normal.

Le bateau s'éloigne de la rade pour effectuer un nouvel essai sur 438 mètres de fond. Cette fois, la rosette va plonger à 200 mètres de profondeur à la vitesse de un mètre par seconde. Avec une fréquence de 24 mesures par seconde lors de la descente, les scientifiques attendent

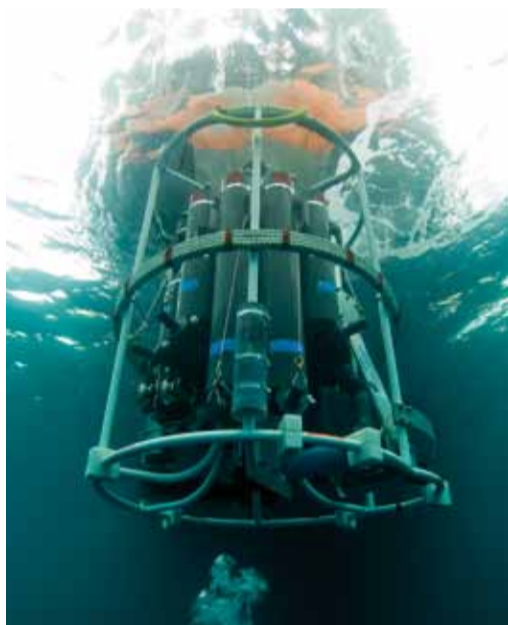
une donnée tous les 5 cm ! Lorsqu'elle sera utilisée sur 2 000 m de fond, " pour de vrai ", les chercheurs auront en main toutes les données possibles permettant de décrire la colonne d'eau. Chimie, physique, géochimie et biologie, toutes les disciplines s'intéressant à la mer auront leur panoplie d'échantillons. " Cette rosette CTD représente 20 ans de travail " explique Gabriel Gorsky. Mais ce " tout en un " s'est aussi fait grâce aux progrès technologiques. " Le Profileur de Vision Marine, que nous avons mis au point à Villefranche-sur-Mer " ajoute le chercheur, " est passé de 300 kg à 30 kg et avec l'évolution de la microélectronique, on espère pouvoir atteindre 1 kg. Cette miniaturisation permet aux appareils d'être moins coûteux. La technologie sous-marine est bien plus difficile que celle de l'espace " assure-t-il.

17 h. Il est l'heure de rentrer au port. La plongée de Rosie à 200 mètres a été un succès. Depuis, elle s'est laissée apprivoiser, a plongé à plus de 1 000 m de profondeur et accumulé les données de la connaissance sous-marine. ■

Impeccable !

Gabriel Gorsky, responsable de l'océanographie opérationnelle de Tara Oceans fait le point sur le fonctionnement de la CTD.

" Tous les capteurs de la rosette fonctionnent très bien. Nous avons eu des problèmes avec le capteur des nitrates mais c'est désormais réglé. Nous avons une mesure de la quantité de nitrates dissous dans l'eau de mer tous les 20 cm jusqu'à 1 000 m. Pour ce qui concerne les autres mesures de la CTD (de températures, salinité, etc.) et des capteurs bio-optiques, nous avons une mesure tous les 5 cm ou tous les 20 cm jusqu'à 2 000 m de profondeur. Les données sont impeccables. Nous les avons calibrées et elles sont prêtes pour toute utilisation. Elles seront mises en accès sur un serveur. Pour ce qui concerne les données sur l'oxygénation de l'eau, nous doutions de mettre en évidence une zone peu oxygénée dans la mer Rouge. Mais, nous avons été très surpris par la chute soudaine de l'oxygène. En l'espace de 20 m seulement ! C'est intéressant pour la suite. Dans l'océan Indien, nous allons nous rendre sur des zones anoxiques. Peut-être y trouveront-nous des espèces adaptées à ces conditions de vie. " ■ LG



Rosette pour sa forme ronde, CTD pour Conductivity, Temperature, Depth. La rosette CTD est un système de prélèvement des échantillons d'eau de mer. © J.Girardot/Fonds Tara

Portrait de Sarah Searson - Ingénieure océanographe



Sarah Searson. © D.Sauveur/Fonds Tara

PAR SACHA BOLLET*

Sarah perpétue la tradition des marins néo-zélandais sur Tara. Mais pour être complètement honnête cette grande voyageuse est née en Angleterre. " Je suis partie à 22 ans, juste après mes études secondaires, et j'ai vécu dans de nombreux endroits avant d'arriver en Nouvelle-Zélande " .

Coupe courte, sourire facile et tatouages ondoyants sur les biceps, Sarah raconte avec humour son parcours de vie, d'un continent à un autre. Pour son premier voyage, elle traverse l'Afrique dans une de ces camionnettes de hippies aux formes rondes.

Puis elle découvre l'Australie en moto. " Les bivouacs dans le bush me manquent parfois. Cette odeur, ces bruits. En Australie, on se sent très petit parce qu'on peut ne croiser personne pendant trois jours.

En 1997, Sarah s'installe aux États-Unis pour y travailler comme technicienne océanographe. Sa mission consiste à aider les scientifiques à collecter des données et à les traiter sur les bateaux. " J'ai adoré mon travail là-bas. D'un point de vue professionnel, les États-Unis investissent beaucoup d'argent pour la recherche. La science se sent encouragée. "

Riche de tous les contacts noués à bord de navires océanographiques, elle se lance à son propre compte et propose ses services à différentes missions et différents bateaux tout en voyageant à travers l'Amérique du Sud. " J'ai traversé chaque pays d'Amérique latine à l'exception du Surinam et de la Guyane britannique. " Ayant épuisé ce terrain de jeu, Sarah s'envole à nouveau pour l'Océanie, et s'installe à Wellington en Nouvelle-Zélande. " J'ai entendu parler de Tara grâce à une offre d'emploi sur Internet. Je pensais que ce serait un problème d'habiter si loin... "

Sarah perpétue la tradition des marins néo-zélandais sur Tara.

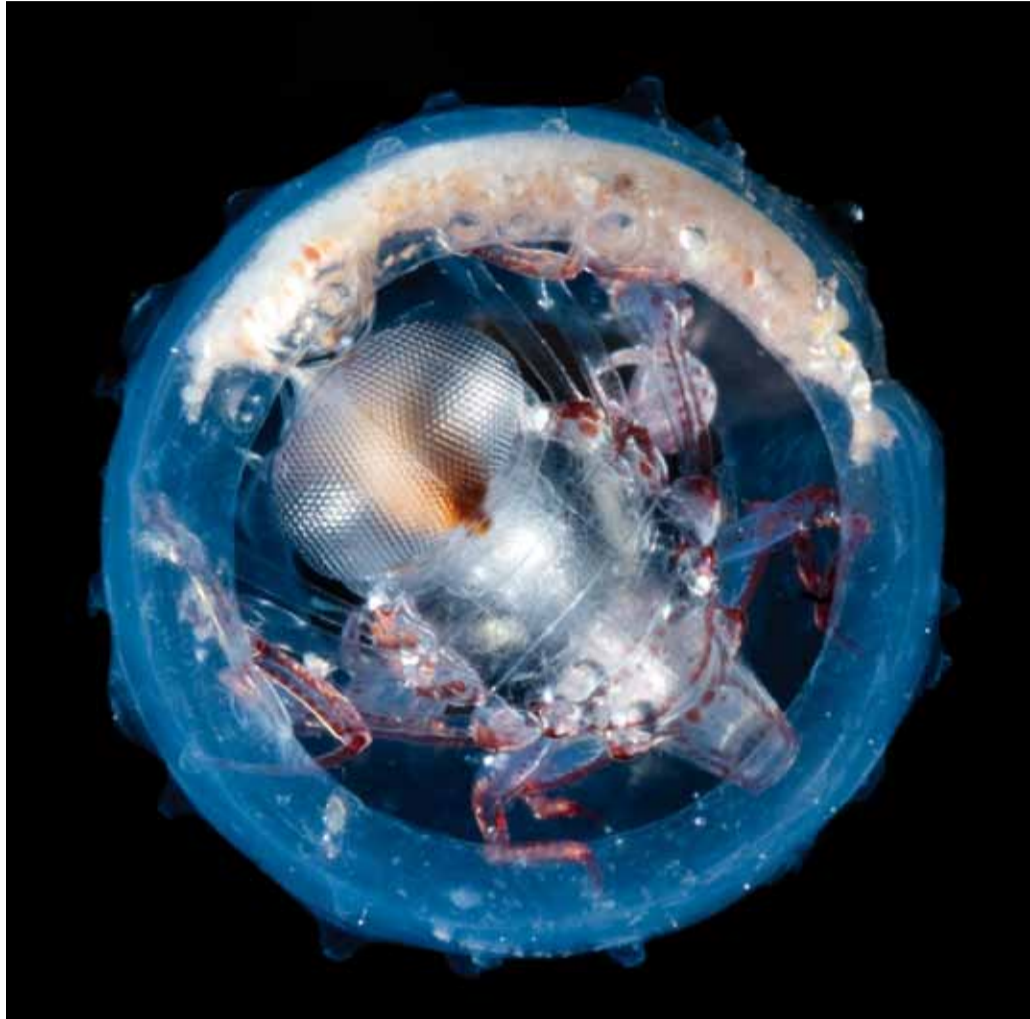
Le moment de Sarah : " J'ai besoin d'aller courir lors des escales. Sur les gros navires océanographiques, il y a des appareils de musculation et je m'entraîne chaque jour. "

Pour vivre à bord avec Sarah : " Ce n'est sûrement pas très sain, mais je crois que sur un bateau il n'est pas possible de garder un secret. Dès que quelque chose est prononcé à voix haute, tout le monde finit par être au courant. Alors j'essaie de ne jamais dire quoi que ce soit de négatif. " ■

* Correspondante à bord de Tara de septembre à novembre 2009.



La science repousse les frontières de l'Histoire naturelle



Une femelle amphipode (*Phronima*) habite une salpe où elle a pondu ses œufs. © M.Ormestad/Kahikai/Tara Oceans

PAR LISA GARNIER

À l'époque des explorations du monde vivant du XVIII^e et XIX^e siècle, les premiers voyageurs naturalistes s'attachèrent à décrire ce qu'ils voyaient. Désormais, la technologie permet d'aller au-delà de la vision humaine.

« Je saurai, parce que j'aurai été sur place, découvrir, voir, étudier, comprendre. Qu'importe le risque, je saurai... », déclarait, un jour, l'explorateur Louis Antoine de Bougainville dans les années 1760. Deux siècles et demi plus tard, alors que les campagnes océanographiques prennent place à bord de navires comptant plusieurs laboratoires, Tara Oceans renoue avec les voyages des premiers grands explorateurs à voile. Si au XIX^e siècle, le brigantin du célèbre Charles Darwin, le *Beagle* de 27 mètres de long comportait 64 personnes à bord, la goélette Tara de 36 mètres embarque seulement 15 personnes... mais avec des appareils techno-

logiques pointus pour la recherche biologique et océanographique !

« Logiquement, tous les appareils à bord de Tara ne pourraient fonctionner sur un bateau à voile » souligne Emmanuel Reynaud, responsable des techniques d'imagerie et chercheur en biologie cellulaire et moléculaire à l'University College Dublin en Irlande. La première cause tient au manque d'énergie dû à la présence du treuil.

Un bateau à voile ne possède en général pas ce genre de matériel ! « Faites activer le treuil à l'arrière du bateau et la moitié de la plate-forme d'imagerie ne peut plus fonctionner ». Alors ? On innove, on miniaturise et on cherche coûte que coûte à réduire la facture énergétique... Voyez le SPIM – le Single Plane Illumination Microscope – sur lequel travaillent Emmanuel Reynaud et Ernst H.K. Stelzer à l'EMBL en Allemagne. « Ce microscope, qui n'est encore qu'un prototype sera très utile pour la taxonomie parce qu'il permet

de réaliser des images en trois dimensions tout en conservant l'animal observé vivant. C'est essentiel parce que la détermination des espèces planctoniques nécessite, par exemple, le plus souvent de visualiser l'ensemble des appendices d'un animal. À droite, comme à gauche. Et bien, nous sommes en train de miniaturiser cet appareil pour faire chuter sa consommation énergétique de 80%. » L'expédition Tara Oceans n'est donc pas seulement une affaire de biologie et d'histoire naturelle mais aussi d'ingénierie sophistiquée à la pointe de la recherche. D'ailleurs au moindre problème de communication d'images ou d'identification d'espèces à bord, l'équipe peut communiquer avec Emmanuel Reynaud à Dublin grâce à un logiciel spécial fourni par l'entreprise Carl Zeiss permettant de communiquer par satellite. « C'est un logiciel de télé-médecine que l'on va tester pour la première fois sur un bateau. Je pourrais voir à Dublin ce que l'équipe est en train d'observer à bord. »

Tara possède aussi à son bord le FlowCam inventé par Michael Sieracki du Laboratoire for Ocean Sciences de Bigelow aux États-Unis qui peut périodiquement photographier tous les « objets » marins ayant un diamètre compris entre dix microns et deux millimètres. Tous complémentaires, ces appareils de haute technologie renseignent sur la biologie, la chimie et la physique des océans.

La science technologique de l'extrême, en première mondiale sur un bateau à voile, c'est aussi le classement de tous les échantillons. Sur les navires de bois des voyageurs naturalistes, on entassait boîtes et herbiers. Numéros, codes et noms suffisaient. L'obsession de l'époque reposait sur les étiquettes où il fallait absolument mentionner le nom de l'échantillonneur, le lieu, la date et le maximum d'informations sur les conditions environnementales (température, altitude, météo, etc.) mesurées avec les outils d'alors.

Au XIX^e, le *Beagle* de Charles Darwin de 27 m de long, transportait 64 personnes. Avec ses 36 m, Tara en embarque 15 ! Mais avec tous les appareils océanographiques de pointe.

Autre exemple d'ingénierie à bord : les appareils de mesure, permettant d'étudier en continu les eaux de surface. Quatre de ces appareils sont des prototypes : le TSG, le AC-s le FRRF et le SeaFlow. Prélevée à l'avant du bateau et sous la coque grâce à une prise d'eau dédiée, l'eau de mer sur laquelle navigue la goélette est systématiquement analysée. Le premier de ces appareils, le TSG, aussi appelé thermosalinographe, mesure la température et la salinité des eaux, le second, le AC-s, mesure les propriétés des particules en suspension dans l'eau. Il détermine leur distribution en fonction de leur taille, par exemple. Le prototype a été développé dans le laboratoire d'Emmanuel Boss à l'université du Maine, aux États-Unis.

Le troisième, le FRRF pour Fast Repetition Rate Fluorometry conçu par Zbigniew Kolber et Sasha Tozzi de l'Institut du Monterey Bay Aquarium aux États-Unis détermine l'activité photosynthétique des organismes phyto-planctoniques (lire aussi la jungle planctonique : le second poumon de la planète¹). Enfin, le SeaFlow, un cytomètre de flux développé par Jarred Swallow à l'université de Washington aux États-Unis renseigne précisément sur les populations planctoniques d'organismes compris entre un et vingt microns.

Au XXI^e siècle, croulant sous les données et échantillons en tout genre, les chercheurs parlent de codes-barres. Impossible de faire sans l'informatique. « Si l'on voulait analyser toutes les images qui vont être produites, il nous faudrait au moins vingt ans. C'est tout simplement monstrueux. On va donc trier, mettre au point un système de sélection et utiliser le centre de calculs la moitié du temps. » Cette énorme quantité de données n'est pas seulement due à la microscopie en trois dimensions et à la cytométrie de flux : 100 000 protistes attendent d'être découverts, – sans compter toutes les autres espèces du phytoplancton méconnues. On imagine en effet aisément l'énormité de la tâche.

Au bout du compte, les chercheurs créeront une nouvelle banque de données océanographiques comme il en existe dans le domaine de la biologie moléculaire. « Tous les relevés de signaux, d'images de séquences obtenues à posteriori intégreront la même base de données. Accessible à tous, libre de droits, cette biobanque sera probablement la plus importante au monde. » Des cabinets de curiosité, aux muséums d'histoire naturelle, le XXI^e siècle sera celui des banques intégrées de biologie. Question océans, il faudra compter sur Tara ! ■

¹Le journal Tara Oceans N°5 en ligne sur taraexpeditions.org

Souvenirs d'escales

« Coordinateur logistique des escales de l'expédition, j'étais présent dans 13 ports sur les 16 visités à ce jour. Je garde particulièrement en mémoire Tara livrant ses planctons sur le port de Djibouti, coincé entre un boutre yéménite chargeant des animaux et un navire de commerce déchargeant des voitures. Chacun son métier !

Précédent d'un ou deux jours l'arrivée de Tara dans chaque port j'ai plusieurs fois entendu les autochtones me dire ces quelques mots « il n'y a jamais eu autant de vent » ou « ce n'est pas normal cette température ». À croire que des signes climatiques forts précèdent aussi l'arrivée de Tara. » **OLIVIER QUESNEL, COORDINATEUR LOGISTIQUE DE TARA OCEANS**

« Mon meilleur souvenir d'escale a été de rejoindre Tara à Malte où j'ai habité et où je n'étais pas retourné depuis presque 10 ans. Tara était à quai, juste devant le bureau des Nations unies, où j'ai eu mon premier job. Que rêver de plus beau comme retour ? J'en ai encore des frissons rien que d'y penser ! » **RACHEL MOREAU, COORDINATRICE AUTORISATIONS ET ENVIRONNEMENT**

« Notre escale en Libye a été marquante car nous avons pu faire des prélèvements près des côtes ce qui est très rare et précieux pour les scientifiques. Suite à quelques difficultés administratives que nous n'avions pas anticipées, nous sommes restés 30 heures bloqués sur Tara à quai à Tripoli ! Heureusement la situation s'est arrangée grâce aux autorités libyennes, au consul de Libye en France et à l'ambassade de France sur place. Ce déblocage a d'ailleurs donné lieu à une scène très cocasse : les douaniers libyens à bord de Tara à minuit qui traduisaient nos prénoms et noms en arabe de manière phonétique pendant de longues minutes. Finalement nous avons obtenu le précieux sésame ! »

HERVÉ BURMAUD, CAPITAINE DE TARA

« J'ai adoré l'escale de Malte, le bateau cerné de méduses gigantesques avant l'entrée au port, les dômes colorés de la Valette, les façades aux multiples petites fenêtres et la tranquillité des rues. Là-bas les hommes jouent à un jeu qui ressemble à la pétanque, mais où les boules sont des cylindres de bois avec plusieurs cochonnets. Il fait bon vivre sur cette île aux incroyables histoires de pirates ! »

SACHA BOLLET, CORRESPONDANTE À BORD DE TARA DE SEPTEMBRE À NOVEMBRE 2009



Tara sous voiles dans la région de Djibouti en février 2010. © J.Girardot/Fonds Tara.

Au cœur du désert américain

PAR LISA GARNIER

Lors du départ de Tara à Lorient (France), l'événement était célébré sous le vaste dôme de la Biosphère2* en Arizona (États-Unis). Il était organisé par un des coordinateurs scientifiques américains de Tara, Matthew Sullivan et par Katrina Mangin, directrice du programme éducatif en sciences de l'université de l'Arizona. Les visiteurs ont pu échantillonner l'eau de "l'océan" afin de comprendre les grands principes des manipulations réalisées à bord de la goélette. Posters et conférences ont présenté l'expédition Tara Oceans au grand public.

Depuis, plusieurs programmes éducatifs sont proposés aux enseignants des collèges et lycées de Tucson. "Habitant au cœur

du désert de l'Arizona, plusieurs de nos élèves n'ont jamais vu l'océan" explique Victoria Milani. "À travers l'expédition, ils découvrent la goélette et apprennent ce que sont les couches océaniques, le plancton, les adaptations animales, etc. Ils sont très enthousiastes !" La NSF (National Science Foundation) finance notamment un module pour les lycéens en classe de biotechnologie. Avec Margaret Wilch, ils apprennent à isoler et séquencer le génome de virus marins. Les étudiants en arts plastiques, quant à eux, ont travaillé avec Ellen McMahon pour vulgariser en images l'expédition. Leurs travaux sont exposés dans le dôme de la Biosphère2. ■

*Biosphère2 est un site expérimental qui a été construit pour reproduire un système écologique artificiel clos. L'expérience a duré jusqu'en 1994. Aujourd'hui c'est l'université d'Arizona qui utilise le site comme un laboratoire permanent.

Pour en savoir plus (sites en langues anglaises) :

À propos de la biosphère2

<http://www.b2science.org>

Le programme pédagogique

<http://www.b2science.org/institute/program-tara-curric.html>

Echange entre science et art

<http://web.cfa.arizona.edu/art/story?storyid=2187>

Malgré leur éloignement du littoral, les élèves se passionnent pour la biologie marine.

Dans les médias

Le magazine de la mer, *Thalassa*, diffusé tous les vendredis soirs sur France 3 suit l'expédition toute cette saison. À bord, une équipe du magazine fait partager la vie quotidienne des marins et des scientifiques aux téléspectateurs. L'information est relayée sur Planète Thalassa qui consacre une grande partie de son émission *La Quotidienne* à l'expédition. L'Agence France Presse est partenaire de l'expédition

et en diffuse des nouvelles en France et à l'étranger. Dans la presse, un point est fait tous les jeudis dans le quotidien *Métro* dans la page *Ma Planète*. France Info tient ses auditeurs régulièrement informés de la mission. Sur Internet, le site www.taraexpeditions.org suit Tara Oceans en temps réel. Et le site www.actu-environnement.com fait un suivi mensuel. ■

Les autorisations de prélèvements : un casse tête juridique

Portrait de Rachel Moreau

PAR DINO DI MEO

Juriste en droit de l'Homme et de l'environnement, Rachel Moreau avait son rôle tout tracé pour l'expédition Tara Oceans.

"Je m'occupe de la coordination internationale et de la relation avec les pays visités, en étroite collaboration avec le Quai d'Orsay" dit celle, désormais habituée aux ambassades et aux consulats. "L'enjeu est important sur les autorisations de prélèvements. Il faut envoyer les demandes six mois à l'avance afin de garantir le droit des États. Les organismes que nous étudions appartiennent à leurs eaux nationales" assure la jeune femme. "En Méditerranée notamment, il a fallu une autorisation par semaine. Et sans entrer dans le détail, nous avons eu quelques difficultés sur les frontières maritimes."

Elle rencontre Romain Troublé, le directeur des opérations de Tara Oceans à Barcelone dans le cadre de l'UICN et propose ses services pour l'expédition. "Le plus beau souvenir, c'est lorsque la Libye nous a ouvert ses portes. C'était un gros défi et ça s'est bien passé". En revanche, le moment le plus délicat a été de faire escale en Tunisie à une semaine des élections présidentielles... "Mais le plus impressionnant pour moi c'est l'idée de partage, l'esprit de l'équipe et la mise en place de cette bio-banque ouverte à tous les scientifiques du monde entier et à tous les pays traversés". ■



Cotylorhiza tuberculata alias les méduses "œuf au plat", au large de Malte. © F.Limena/Fonds Tara

Une aventure pour les juniors



Les élèves du lycée français de Tripoli (Libye) devant Tara. © G.Kervella

PAR RACHEL MOREAU*

Si Tara fait rêver les plus grands, la goélette ouvre aussi des horizons pour les juniors.

Découvrir, discuter, apprendre, communiquer, entreprendre, imaginer, rêver et jouer autour de la science, de la biodiversité, du développement durable, du réchauffement climatique et tout autour de la Terre, autant d'activités que propose le programme éducatif Tara Oceans et le Club Tara Junior.

Mais aussi découvrir des possibles, des métiers, passer du rêve d'Étienne Bourgois et d'Éric Karsenti à la réalité d'une expédition

planétaire triennale, ce sont là bien des routes et cheminements qui s'offrent à nos aventuriers en herbe.

Cette dimension profondément humaine des voyages de Tara, cette part de rêve qui permet d'aborder des problématiques environnementales et scientifiques cruciales à travers la découverte de la planète, valent à Tara, le soutien de nombreux partenaires éducatifs et notamment celui du Programme des Nations unies pour l'environnement (PNUE), dont le symbole s'affiche fièrement sur la coque du navire.

Le programme éducatif Tara Oceans : apprendre au rythme de l'expédition.

Tara offre la possibilité aux enseignants d'aborder les programmes scolaires, à travers l'aventure singulière qu'est Tara Oceans. En septembre 2009 alors que Tara quitte le port de Lorient, 60 établissements bretons décident de suivre le sillage de la goélette. C'est aussi d'un vent d'ouest que sont venues nombres de ressources pédagogiques aujourd'hui disponibles en ligne sur un site dédié aux juniors et à leurs enseignants : www.tarajunior.org.

Au total, plus de 140 classes ont embarqué, et près de 3 300 élèves s'affairent à développer des projets variés autour de l'expédition. C'est un succès de cœur réédité par l'équipe de Tara, qui avait déjà permis à 140 classes de partager les 507 jours de dérive de Tara à travers la banquise arctique.

Du primaire au secondaire, les élèves peuvent ainsi vivre en direct Tara Oceans et poser leurs questions à l'équipage. Vidéos, photos, textes, pistes de recherche... tout y est pour recréer en classe la vie et les recherches scientifiques du bord. Les moussaillons pourront également retrouver Tara Oceans à la Cité des Sciences et au Palais de la Découverte à Paris, ainsi qu'en province, notamment à la Cité de la Voile et à la Thalassa de Lorient.

Une animation de proximité est développée en Ile-de-France grâce au Conseil Régional et à l'accompagnement de Planète Sciences pour développer avec les jeunes une démarche d'expérimentation scientifique.

Puisque Tara a mis les voiles pour faire le tour de la planète, l'éducatif s'ouvre aussi sur le monde francophone et les établissements français à l'étranger, à travers une opération intitulée Lycées du grand large. Bientôt, un kit pédago-

gique sera traduit dans plusieurs langues pour permettre aux enfants des pays visités de rejoindre le bord de cette aventure, qui a vocation à s'internationaliser et à être porteuse d'espoir pour le plus grand nombre.

Le Club Tara Junior pour les explorateurs en herbe.

Le Club Tara Junior propose aux jeunes de 6 à 18 ans, des chroniques, des interviews, des jeux, des expériences à faire à la maison, des rendez-vous à travers la France, tout autour des thématiques scientifiques et environnementales portées par Tara. L'adhésion est ouverte gratuitement à tous les explorateurs en culottes courtes.

Les juniors pourront également y découvrir d'autres amis de Tara comme le site M'TaTerre de l'ADEME qui permettra aux plus grands de se caler en matières d'énergie renouvelables et d'environnement, le Club WWF-Panda, le Club Tunza des Nations unies, ou encore les dossiers Saga Sciences du CNRS.

Pendant ce temps, alors que Tara sillonne les mers du globe et aborde des rivages lointains, les sourires d'enfants qui ont pu découvrir un formidable navire d'exploration, se multiplient au fil des escales... pour notre plus grande joie. ■

* Coordinatrice autorisations et environnement pour Tara Oceans.

Références

Vous êtes enseignants ou animateur :

- Le programme éducatif www.tarajunior.org volet Tara Education.
- En Bretagne, l'opération " En suivant Tara " sur le site de l'Académie.
- Animatrice : education@taraexpeditions.org
- Pour les jeunes explorateurs : www.tarajunior.org volet Club Tara Junior.

Des enfants à chaque escale

Marion Lauters, membre d'équipage revient sur ses rencontres avec les enfants



Les enfants ont dessiné une carte du parcours de Tara. © Fonds Tara



Tara devant le Vésuve dessiné par un enfant napolitain. © Fonds Tara



À Chypre, les scientifiques avec les enfants. © D.Sauveur/Fonds Tara

PAR DINO DI MEO

Les escales de l'expédition Tara Oceans sont aussi l'occasion pour l'équipage d'aller à la rencontre des enfants pour les sensibiliser à l'environnement. Marion Lauters a accueilli les enfants à bord pendant la majeure partie des escales méditerranéennes de Tara Oceans. Elle est titulaire d'un Master II Pro Environnement et Écologie et d'une licence de Biologie des Organismes. Elle a passé neuf mois à bord de la goélette lors de sa mission sur la banquise arctique. Pour Tara Oceans, Marion était en charge de l'approvisionnement du bateau lors du départ à Lorient et de l'intendance à bord en Méditerranée.

Jusqu'à maintenant, parmi toutes les étapes, celle de Naples semble vous avoir laissé le plus de souvenirs...

L'escale a été un franc succès. Les classes d'élèves de primaires

de l'Institut français que nous avons rencontrées, suivaient fidèlement l'expédition à l'école depuis son départ et ils sont arrivés bardés de questions. À Naples, l'escale tournait autour de la Stazione Zoologica, un laboratoire prestigieux où Chris Bowler (un des coordinateurs de Tara Oceans) a travaillé en compagnie d'autres scientifiques. Il y a d'abord eu une projection du film *Tara, voyage au cœur de la machine climatique* à l'Institut français avec près de 150 élèves puis une soirée organisée à la Stazione Zoologica. Ils sont venus avec une carte détaillée de l'expédition, une maquette du bateau et une liste interminable de questions.

Quel genre de questions posaient-ils ?

Ils étaient surtout intéressés par les questions pratiques. Du style, comment fait-on pour vivre à quinze dans un si petit espace ? Ou bien, que faut-il faire comme études pour faire ce genre de métier ? Les étudiants étaient pour la plupart francophones. Soit issus de familles d'expatriés, soit élèves à l'école française de la ville.

Y a-t-il eu d'autres escales particulières ?

À Alger déjà, nous avons été accueillis dans un lycée dont les élèves étaient déjà très sensibilisés par notre expédition en Arctique. Le lendemain, ils se sont pressés pour venir sur le bateau et parler de Tara Oceans.

Quel a été votre rôle à bord pendant les étapes que vous avez suivies ?

Je me suis surtout occupée de l'approvisionnement au départ et de la cuisine à bord. Ensuite, j'ai également été chargée d'une manipulation scientifique. J'ai remplacé l'un des coordinateurs scientifiques, Christian Sardet. Et pendant deux semaines, j'ai fait les deux à bord ! Il a fallu jongler mais participer à un programme scientifique, c'est aussi ma formation. J'ai débarqué à Naples, et suis rentrée en France en camion. Et j'ai suivi toute la Loire à vélo, jusqu'à Nantes... ■



Du bateau au labo

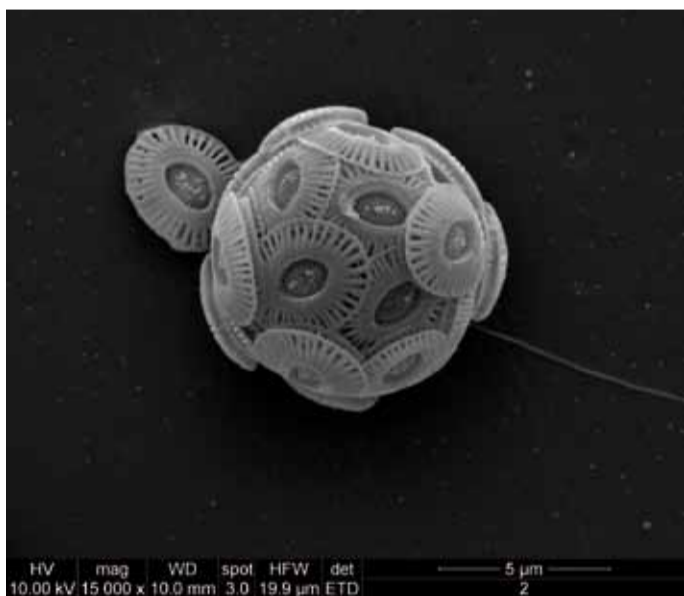
Dans chaque numéro, le journal s'invite dans un laboratoire. Gros plan sur la Station biologique de Roscoff



Une partie de l'équipe de Colombar de Vargas (au centre), coordinateur scientifique de Tara Oceans à la Station biologique de Roscoff © L.Garnier/Fonds Tara

PAR LISA GARNIER.

Réceptionnés à l'EMBL¹ en Allemagne, les échantillons prélevés à bord de Tara sont ensuite envoyés aux quatre coins du monde pour être analysés. Reportage à la Station biologique de Roscoff, centre d'excellence pour la recherche sur la biodiversité marine, en Région Bretagne (France).



Coccolithophore en microscopie électronique

© M.Carmichaël/Roscoff/Tara Oceans



La Station biologique de Roscoff (Bretagne, France) © sbr

Peu visibles à l'œil humain, parce que compris entre 0.6 micromètres et quelques millimètres, les protistes marins ont trouvé leur royaume à la Station biologique de Roscoff. C'est en effet au cœur de cette vieille institution, plus âgée que la tour Eiffel, que ces êtres vivants unicellulaires – leur corps n'est composé que d'une seule cellule – ont trouvé des chercheurs passionnés pour leur cause.

En témoigne Frédéric Mahé, post-doctorant dans l'équipe Eppo² de Colombar de Vargas, coordinateur scientifique de Tara Oceans. "Avec eux, on découvre la profondeur de notre ignorance". Lucie Bittner, qui à peine sa thèse en poche, s'est vue propulsée sur la goélette en Méditerranée, s'exclame tout sourire "Les protistes planctoniques représentent un nouveau champ des possibles". Et, preuve à l'appui, montre où, dans l'arbre de l'évolution se placent les lignées des animaux et des plantes parmi l'énorme et ancienne diversité de leurs ancêtres unicellulaires. "Les progrès technologiques en génétique et en informatique de ces dernières années replacent les modèles marins au centre de la biologie" explique Bernard Kloareg, directeur de la station. "Parce que c'est bien là, dans les mers, que la vie a explosé, avec une diversité quatre à cinq fois supérieure qu'en milieu terrestre. L'ADN, en tant que molécule universelle et sorte de "mémoire" du Vivant, nous permet enfin d'explorer cette diversité". La tâche est immense. Mais pas impossible pour une station inscrite parmi les plus grandes infrastructures de recherche en Europe. Un nouveau bâtiment dédié au premier Institut de génomique marine européen³ est d'ailleurs en construction au milieu des anciens édifices de granit.

Pour l'heure, les premières livraisons d'échantillons livrés par Tara commencent à livrer leurs secrets. Margaux Carmichaël, étudiante en Master 2, s'ingénie à réaliser des clichés de cellules en microscopie électronique. Résultats garantis. Sarah Romac, technicienne de l'équipe, extrait l'ADN et l'ARN de protistes référents pour l'étude de l'écologie du plancton océanique. Plus de 2 000 souches vivantes de protistes marins s'ébattent en effet dans des fioles de la Culture de Collection de Roscoff⁴, l'une des plus grandes collections au monde. Envoyées au Centre national de Séquençage (Génoscope, France) pour y être séquençées par une équipe menée par les chercheurs Olivier Jaillon et Patrick Vincker, les molécules d'ADN et d'ARN extraites par Sarah, permettront ensuite de situer les protistes inconnus récoltés sur la goélette dans les différents groupes du vivant. Un travail auquel participera Frédéric. Spécialiste en bio-informatique, il comparera les dizaines de millions de séquences génomiques. Mais le fin du fin est de coupler ces analyses génétiques, virtuelles

pour le commun des mortels, à la visualisation par microscopie de ces organismes. Et c'est à Sébastien Colin, financé par Véolia environnement, que revient cette tâche complexe. "Je dois trouver des marqueurs pertinents pour l'ensemble des protistes afin de pouvoir les observer en microscopie au-

Apparus il y a environ un milliard d'années, les protistes sont des acteurs fondamentaux de l'évolution et de l'écologie planétaire.

tomatique à haut débit. Tout le problème est de réussir avec un seul et même protocole." Difficile de quitter le bâtiment du laboratoire sans jeter un œil aux observations filmées de Johan Decelle, doctorant, étudiant avec le chercheur Fabrice Not, les relations entre les acanthaires et leurs microalgues symbiotiques. "Ces symbioses flottant au gré des courants marins sont très peu connues. Au XIX^e siècle, Ernst Haeckel les avait observées et dessinées sans savoir ce que c'était..."

Enthousiaste et passionnée, la joyeuse équipe de Colombar est à l'image de cette station bretonne : chaleureuse et à la pointe de la recherche. Très communicatif ! ■

¹ European Molecular Biology Laboratory

² Evolution du Plankton et PaléoOcéans

³ financé pour moitié par l'université Pierre et Marie Curie (UPMC, Paris), le quart par la Région Bretagne

et le restant par le rectorat de Rennes et le Conseil général du Finistère

⁴ Roscoff Culture Collection, <http://www.sb-roscoff.fr/Phyto/RCC/>

CHIMIE MARINE

C'est à Roscoff, dans l'équipe de Pascal Morin, que l'analyse chimique des échantillons de Tara sera réalisée. Au programme, la description des éléments nutritifs de l'eau : phosphates, silicates et nitrates. Parce que "le degré de richesses nutritives conditionne celle du plancton".

UN SECTEUR EN CROISSANCE

La croissance de la Station biologique de Roscoff est exponentielle. En 6 ans, ses effectifs ont doublé. Près de 330 personnes travaillent désormais sur ce site dédié aux recherches fondamentales sur les organismes marins. Sous la tutelle du CNRS et de l'UPMC, le budget annuel de la station s'élève à 14 millions d'euros.

Dans le sillage de Tara Oceans



C'est pour accompagner cette dynamique de recherche et de préservation de l'avenir individuel et collectif que la Fondation EDF Diversiterre a choisi d'apporter son concours à l'expédition scientifique Tara Oceans.

aux mutations que subit notre planète, du changement climatique à l'érosion de la biodiversité. Elle croise également l'attachement particulier que la Fondation EDF porte à la biodiversité tant exceptionnelle qu'ordinaire, des "mauvaises herbes" décrites au plancton méconnu, éléments de base de l'écosystème qui nous héberge.

La lutte contre le changement climatique et la préservation de la biodiversité s'imposent comme les deux grands défis auxquels nous devons trouver une réponse dans cette décennie. Ils font partie intégrante des métiers d'EDF en tant que producteur et distributeur d'énergies faiblement émettrices de CO₂, et comme usager des espaces naturels. Énergéticien responsable et solidaire des générations à venir, EDF a souhaité prolonger son engagement sur ces domaines au travers de sa Fondation d'entreprise EDF Diversiterre en les plaçant au cœur de ses axes d'intervention.

La Fondation EDF Diversiterre aux côtés des acteurs de la préservation de la nature et de sa biodiversité.

En soutenant l'expédition Tara Oceans, la Fondation EDF participe à une importante aventure scientifique et humaine cohérente avec l'esprit de l'entreprise : changer les comportements et accroître la connaissance scientifique porteuse d'espoirs face

Dans cette même volonté d'accompagner les acteurs qui se consacrent à la protection de la nature, la Fondation d'entreprise EDF Diversiterre est le partenaire historique de la Fondation Nicolas Hulot pour la Nature et pour l'Homme, participe à la protection du littoral en soutenant le Conservatoire National du Littoral, à la sauvegarde des oiseaux avec la Ligue pour la Protection des Oiseaux, à la préservation des espaces sensibles avec Réserves Naturelles de France, ou encore à l'étude des espèces menacées avec l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (liste rouge de l'UICN). ■

“ Notre philosophie vis-à-vis du milieu marin : défense et sensibilisation ”



Elisabeth Delorme © Fondation EDF Diversiterre

Elisabeth Delorme, déléguée au mécénat d'EDF.

Comment expliquez-vous l'engagement d'EDF et de sa Fondation EDF Diversiterre en faveur du milieu marin ?

Nous nous engageons dans ce qui fait sens avec les valeurs d'EDF. Nous sommes en effet convaincus que la réponse à nos besoins en énergie peut être compatible avec le respect de notre environnement, nous développons notre connaissance des milieux pour mieux mesurer et prévenir les risques que nous leur faisons porter. L'eau et le milieu marin sont des éléments majeurs pour l'industrie énergétique. Aussi, nous nous attachons à protéger la mer.

EDF est engagé dans le développement des énergies renouvelables marines (hydroliennes,

récupération de l'énergie de la houle...) qui ne se limitent pas aux seuls aspects techniques. La Fondation pour sa part prolonge par ses partenariats les actions portées par la Direction du Développement Durable au titre des métiers et de l'exercice de la responsabilité sociétale et environnementale du Groupe.

Afin de faire lien et de rendre possible le contact entre l'homme, la terre et la mer, nous considérons que la défense du milieu marin commence par la question du littoral, se poursuit par les enjeux de recherche scientifique, et passe par la sensibilisation du plus grand nombre à ces sujets.

La Fondation EDF Diversiterre s'attache avec les acteurs de la protection de la biodiversité à mieux comprendre et préserver le vivant mais aussi faire aimer et respecter les richesses de notre environnement notamment par les jeunes.

Quelle est votre vision du mécénat environnemental ?

La Fondation soutient de nombreux projets. Parmi eux l'expédition scientifique "Tara Oceans" et le film *Océans* de Jacques Perrin, dont la sortie coïncide avec le lancement de l'Année internationale de la biodiversité. Ces deux actions résument notre philosophie vis-à-vis du milieu marin : "défense et sensibilisation." La mer entre dans le quotidien des Français qui sont à même de s'approprier cette magnifique donnée de "l'archipel France" promue par le Grenelle de la mer. C'est un trésor national que nous partageons avec la planète entière ! Plus largement, je pense qu'il faut chercher à développer les coopérations entre mécènes. Si nous réussissons ensemble et avec nos partenaires à hisser l'environnement au même plan que le mécénat culturel, des progrès considérables sont envisageables. ■

“ Il est indispensable de renforcer les programmes de recherche sur la biodiversité ”



Yvon Le Maho © DA

Yvon Le Maho, directeur de recherche au CNRS, membre de l'Académie des sciences et personnalité qualifiée au Conseil d'Administration de la Fondation EDF Diversiterre.

La mer et ses ressources sont actuellement gérées comme l'était l'environnement pendant la révolution industrielle : pollutions, surexploitations... Faudra-t-il attendre que les océans soient aussi dégradés que les zones humides pour que l'on décide de s'en occuper ?

De plus, les écosystèmes marins sont bien plus sensibles au changement climatique qu'on ne l'imaginait. Quelques dixièmes de degrés d'élévation de la température de surface de l'océan austral ont des conséquences quasi immédiates sur l'ensemble de la chaîne alimentaire, du krill aux manchots et autres grands prédateurs. La capacité de survie et de reproduction des manchots diminue. Un phénomène inquiétant qui s'explique notamment par le fait qu'une température élevée défavorise le développement des organismes marins comme le krill, seule

biomasse marine supérieure à la biomasse humaine, et qui ne peuvent prospérer que sur une gamme de températures très réduite. Rappelons que le GIEC prévoit une hausse moyenne des températures d'environ 0,2°C par décennie pour les 20 ans à venir.

Prévoir l'impact du changement climatique sur la biodiversité constitue un enjeu majeur, notamment dans les océans. Plus globalement il me paraît indispensable de renforcer les programmes de recherche sur la biodiversité dans une approche multidisciplinaire, en faisant travailler ensemble physiciens et biologistes, mais également les économistes afin de développer de nouvelles réglementations et montrer qu'il y a un vrai intérêt économique à protéger la biodiversité. Car au delà des arguments scientifiques, il faut en effet aider à la mise en place de nouvelles gouvernances si l'on veut sauver le thon rouge ou la morue arctique par exemple, et se concentrer sur l'ensemble de l'écosystème, des plus petits éléments aux grands animaux marins tel que le film *Océans* de Jacques Perrin le montre si bien. ■



La Méditerranée pendant une tempête. © S.Bollet/Fonds Tara



L'avenir incertain du corail

Dans les mers chaudes, l'attention de Tara se porte sur la croissance des coraux

PAR LISA GARNIER

Pendant combien de temps, l'humanité pourra-t-elle encore profiter de la protection et de la richesse des récifs coralliens ? La goélette Tara s'aventure dans les eaux de ces chaînes de montagne sous-marines entièrement élaborées par des organismes marins, au futur désormais incertain.

284 000 km². C'est la superficie actuelle des récifs coralliens dans le monde. Soit un peu plus que celle de la chaîne des Alpes en Europe. 284 000 km² de roches très résistantes entièrement façonnées par de minuscules êtres vivants au corps mou appartenant au même embranchement que les méduses ou les anémones de mer. Et pourtant, si les océans voient leurs eaux s'acidifier un peu plus au cours de ce siècle, leur lent travail de construction risque d'être effacé à jamais de la surface du globe. Faits de calcaire, certains récifs risquent en effet d'être stoppés dans leur croissance par la mort des coraux et lentement dissous dans l'eau de mer, rongés...

Mais qui sait ? Certaines espèces de coraux sauront peut-être résister et s'adapter ? Une bonne raison pour la goélette Tara de vérifier si l'augmentation du gaz carbonique dissous dans l'eau, cause principale de l'acidification des océans et liée à celle des activités humaines, agit déjà sur la croissance de ces incroyables bâtisseurs. " L'idée est de réaliser des carottes de 50 cm dans le squelette de certains coraux, des porites plus précisément " explique Éric Tambutté, chercheur au Centre Scientifique de Monaco. Avec ces carottes, les scientifiques pourront ensuite réaliser des coupes fines et étudier aux rayons X leurs stries d'accroissement. Telles celles que l'on peut observer sur les coupes d'arbres. " Une carotte de cette taille correspond à 25 ans d'édification minérale chez ces espèces. Assez pour observer un changement de rythme lié à une diminution du pH dans l'eau " précise-t-il.

Mais, identifier un problème n'est pas le régler. Et pour ce qui concerne la croissance des édifices coralliens, les scientifiques n'ont pas encore élucidé le mécanisme biologique permettant à ces animaux de construire leur squelette de carbonate de calcium. " Pour réaliser leur squelette, les coraux synthétisent des molécules organiques qui s'organisent à la façon d'un filet de pêche sur lequel ils précipitent les particules minérales de l'eau, et les fixent chimiquement. Mais nous n'avons pas encore pu caractériser dans le détail les molécules responsables de cette transformation. "

Si les océans voient leurs eaux s'acidifier un peu plus, le lent travail de construction des coraux risque d'être effacé de la surface du globe.

Et pourtant, les coraux ne chôment pas : ils fabriquent entre deux à six kg de carbonate de calcium par an et par mètre carré. Les espèces qui calcifient le plus se font même aider par des algues symbiotiques logeant dans leurs tissus, les fameuses zooxanthelles. Mais là encore, les scientifiques se heurtent à leur rôle précis dans l'usine chimique du corail. " Parallèlement aux carottages, nous allons prélever des échantillons de tissus vivants afin de rechercher ensuite, en laboratoire, les protéines clés du processus " indique Éric Tambutté. Et peut-être aurons-nous de nouvelles pistes de lecture des coupes de corail réalisées.

Enfin tout est question d'équilibre. Et avant que les événements se précipitent vers un déséquilibre, Conny Maier¹ et Aline Tribollet², vont aller étudier de près une faune promotrice, sans le vouloir, d'abris et habitats de certaines espèces de crustacés et de poissons vivants dans les récifs. Ces forteresses aquatiques sont en effet de véritables gruyères. Il y loge, par exemple, des vers, des éponges ou des moules, dont la présence n'est avérée de l'extérieur que grâce à de petits orifices. D'autres microscopiques - des champignons et des algues - vivent dans des galeries construites au sein du squelette calcaire. Tous ces organismes participent à la lente érosion de la roche : on dit qu'ils sont responsables du processus de bioérosion, la " force " contraire à la construction du récif. Les coraux empilent les briques, les foreurs percent et démolissent. Aujourd'hui, la " bioconstruction " et la bioérosion sont à l'équilibre.

Mais les foreurs pourraient augmenter la fragilité des édifices si ces derniers évoluent vers des structures plus minces et si l'érosion par les foreurs devient plus rapide que la vitesse de croissance des animaux. Le récif risque tout simplement de ne plus pouvoir faire face aux tempêtes et de progressivement disparaître en atteignant la profondeur limite à laquelle vivent les zooxanthelles et les coraux...

Les coraux ont évolué sur Terre depuis 425 millions d'années, sont-ils en train de traverser une nouvelle crise de leur existence ? L'expédition Tara Océans saura fournir des indices décisifs. 284 000 km² de montagnes sous-marines sont en jeu. ■

¹ Laboratoire de Villefranche-sur-Mer (France)

² Institut de Recherche pour le Développement (IRD, France)

Djibouti, première étape récifale

Francesca Benzoni, coordinatrice scientifique de l'étude des coraux de Tara Océans nous dresse le bilan de la première mission corallienne à Djibouti.

" Avec deux plongées par jour, nous n'avons pas chaumé ! Mais nos vingt-sept plongées ont permis à tous - nous étions six scientifiques à bord du bateau - d'atteindre les objectifs fixés. Si ce n'est plus, puisque nous envisageons d'éta-

blir de nouvelles collaborations pour travailler sur les données collectées. Nous avons récolté mille échantillons dont cinq cents en provenance de tissus vivants, par des méthodes non invasives. La bonne nouvelle, c'est que nous avons pu constater qu'en onze ans - l'état des lieux n'avait pas été fait depuis la fin des années 1990 - le récif de Djibouti ne s'est pas détérioré et qu'il est en bonne santé ! Nous avons même

découvert une zone très riche, encore inconnue des locaux. Leur accueil a d'ailleurs été - ainsi que l'équipage de Tara - très amical. Il y a une réelle coopération et compréhension de chacun ". ■ LG

Instituts impliqués dans la mission coraux de Djibouti

Centre Scientifique de Monaco (CSM), Monaco, Montecarlo - Coral Reef Degradation in the Indian Ocean, CORDIO East Africa, Mombasa, Kenya - Institut de Re-

cherche pour le Développement (IRD), Noumea, New Caledonia - International Union for Conservation of Nature (IUCN), Malaga, Spain - Laboratoire d'Océanographie de Villefranche (LOV), Villefranche-sur-mer, France - Museum of Tropical Queensland (MTQ), Townsville, Australia - NOVA Southeastern University, Florida, USA - University of Miami, Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science (RSMAS), Florida, USA - Università di Milano-Bicocca, Milan, Italy.



Les plongées se répètent deux à trois fois par jour. Elles durent une heure en moyenne. © J.Girardot/Fonds Tara



Échantillon d'Acropora prélevé à Djibouti. © J.Girardot/Fonds Tara



Les récifs coralliens à la loupe

PAR LISA GARNIER



Aux îles Moucha (Djibouti), Tara mouille près d'un récif corallien © J.Girardot/Fonds Tara

L'avantage d'un bateau à voile c'est de pouvoir mouiller en eaux peu profondes. Et lorsqu'à son bord est embarqué du matériel scientifique ultra-perfectionné de microscopie, toutes les conditions sont réunies pour faire de ce bateau, une plate-forme idéale de recherche sur les récifs coralliens, lieux inégalés de diversité dans les eaux chaudes des mers du monde. C'est là en effet que se réfugient, "nichent" et se nourrissent plusieurs centaines d'espèces de poissons, d'éponges, de crustacés et de mollusques. Sans compter les êtres vivants microscopiques, tels que les bactéries, les algues et les champignons partageant le squelette mort et les tissus de ces animaux capables de bâtir des forteresses pendant des millénaires.

Des forteresses, certes, mais qui semblent pour certaines incapables de résister à l'in-

sidieuse augmentation des températures des océans. Alors les scientifiques cherchent coûte que coûte à comprendre les rouages écologiques de ces forêts tropicales sous-marines. "Avec Tara, notre premier objectif est un recensement de la diversité des coraux et d'un certain nombre d'organismes partageant leur vie sur chacun des récifs explorés", explique Francesca Benzoni, responsable des recherches sur les coraux de Tara Oceans. Ce sont donc des échantillons de grandes algues, de mollusques, de protistes vivant sur les fonds appelés foraminifères ainsi que des bactéries que les scientifiques ramèneront dans leurs laboratoires respectifs. "Ce n'est qu'ensuite, que nous pourrons comparer la diversité au sein de chacune des espèces en fonction de facteurs physiques tels que

la température de l'eau et d'autres facteurs propres aux différentes localités et à l'histoire géologique des îles." Pour Francesca et les autres scientifiques embarqués dans l'expédition Tara Oceans, l'occasion est unique : ce sont des récifs peu explorés que la goélette Tara va mettre à portée de leurs mains. "Ce sera la première fois que des échantillons de coraux vivants seront prélevés sur certains récifs comme celui de Djibouti, Mayotte et l'île Maurice pour déterminer les espèces grâce à des analyses génétiques".

Parce que la nomination des coraux est loin d'être simple. Mais au final, les scientifiques seront capables de positionner chaque espèce au sein de leurs océans respectifs : un préalable à toute étude plus poussée sur leur devenir incertain. ■

L'inventaire par la coquille

Avec plus de 93 000 espèces recensées, le groupe des mollusques marins fait partie du club des incontournables du monde océanique. Un club qui s'élargit chaque année, puisque qu'en Europe, sur les 1 400 nouvelles espèces décrites, la majorité est

Les mollusques font partie du club des incontournables du monde océanique.

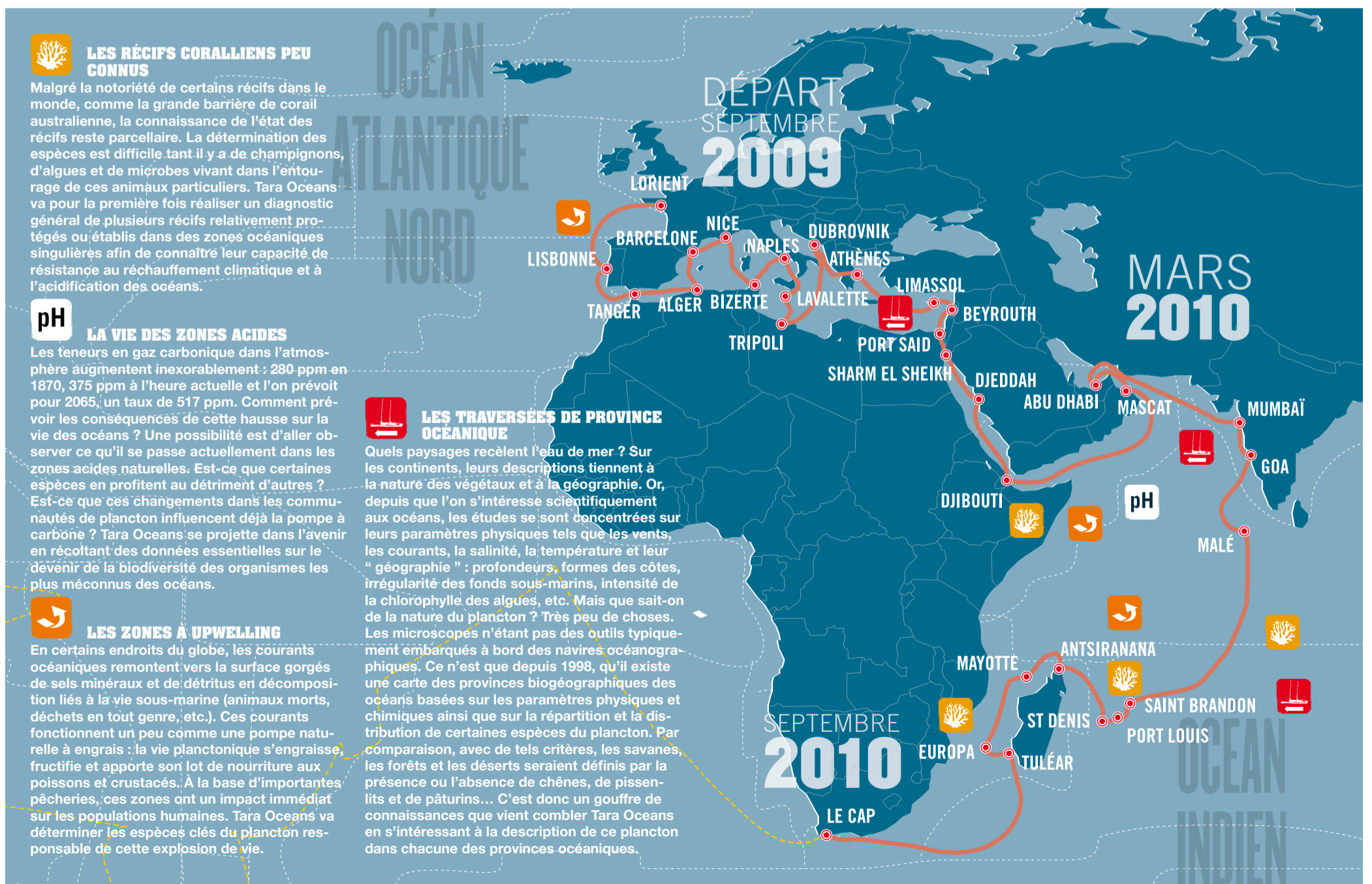
issue de ce groupe d'organismes à corps mou. Moules, sèches et coquilles Saint-Jacques en sont des représentantes bien connues des latitudes tempérées. Mais que penser de leur présence sur les récifs coralliens? Sur la grande barrière de corail australienne, plus de 5 000 espèces ont été décrites. Alors Daniela Basso, professeur à l'université de Milano-Bicocca, n'ose même pas imaginer le nombre d'espèces nouvelles à décrire à partir des échantillons prélevés lors de l'expédition Tara Oceans au pied de récifs coralliens où personne n'a encore été chercher. Et comme la tâche est phénoménale, les scientifiques vont tout d'abord observer au peigne fin les coquilles vides, grosses ou petites, à partir desquelles il est facile de déterminer les espèces. C'est donc dans les sédiments déposés au pied du récif, que les chercheurs vont récolter leurs échantillons, qu'ils trieront ensuite minutieusement. "Pour l'instant, nous cherchons juste à défricher le terrain, à réaliser un instantané rapide de la biodiversité existante sur ces récifs et c'est déjà énorme!" conclut Daniela. ■ LG

Changement d'itinéraire

Au lieu de se rendre dans les eaux de l'île de Chagos, Tara devrait mouiller dans celles de l'île Saint-Brandon à Maurice. D'après Francesca Benzoni, coordinatrice coraux pour Tara Oceans, l'île est inexploree, géographiquement isolée et pourrait devenir une aire marine protégée.

Les études réalisées à bord de Tara pourraient ainsi activement servir les intérêts scientifiques et écologiques locaux. ■

PREMIÈRE ANNÉE DE L'EXPÉDITION



© be-poles pour le Fonds Tara



Tournage en eaux profondes

Rémi Hamoir, aquarelliste embarqué

Sur le bateau entre Dubrovnik et Athènes, le peintre a perpétué la tradition des artistes à bord de Tara



Prise de vue sur les filets de Tara. © S.Bollet/Fonds Tara

PAR MICHAEL PITIOT*

Tara Oceans, défi scientifique, est aussi un pari cinématographique. Quatre films documentaires¹ sont en chantier. Leur livraison est prévue en fin d'année 2010. Aux banquises grimaçantes et ursidés en péril succède désormais un monde sous-marin et ses sociétés secrètes. La série proposera un voyage – qui se veut initiatique – au cœur du vivant et de ses interactions avec le climat notamment.

Raconter en images Tara Oceans commence par une prouesse : celle de révéler le plancton sous toutes ses formes et faire partager ce monde étonnant mais pour sa plus grande part invisible à l'œil nu. Pour ce safari au pays des copépodes, diatomées et autres méduses, l'action s'appuie sur les sondages high-tech réalisés par Tara en haute mer et bénéficie d'une équipe scientifique déterminée. Surveillance satellite ou observation microscopique, la série changera donc souvent de focale. Objectif : en savoir plus, sur le fameux " bloom " planctonique, cette explosion de vie qui se produit en chaîne dans les océans, découvrir les tourbillons océaniques ou connaître l'immersion en grands fonds. Conçus et réalisés par Michael Pitiot et Thierry Ragobert, ces films font appel à des chefs opérateurs expérimentés (Christophe Castagne, François de Riberolles, Jérôme Teigné...) qui se relaient pendant neuf mois à bord de Tara pour le tournage. Les images sous-marines sont confiées quant à elles à l'objectif de Cyril Tricot.

Ces quatre films sont comme autant d'étapes pour explorer un autre secret des abîmes : celui de l'ordre naturel. Méduses immortelles, climatologie, chaîne alimentaire, désordre énergétique, mais aussi rôle des virus, impact de l'homme... Comme la météo, la biologie moderne élabore des modèles, des outils de prédictions pour voir comment l'océan sera, peut-être, capable de juguler l'embrasement de notre planète. En filigrane, ces films esquisseront un voyage subtil au cœur du vivant. ■

¹4x52 minutes Haute Définition, une coproduction, MC4, France3, Fonds Tara et Planète Thalassa. * Coordinateur TV Production pour Tara Oceans.



Retrouvez la boutique en ligne sur le site www.taraexpeditions.org. Les bénéficiaires participent au financement de l'expédition.



© Rémi Hamoir

“ En embarquant sur Tara, je ne savais pas très bien comment je pourrais trouver la place, le temps, les sujets pour ma peinture. Je ne voulais pas faire une collection de beaux paysages mais raconter une aventure humaine.

Les lumières fugitives et la vie sur le pont m'ont offert des moments précieux que j'ai peints avec beaucoup de plaisir. C'est pour moi une expérience et un voyage inoubliables.” ■

Souvenirs d'escales

“ Escale à Djeddab: Le choc culturel avec un pays difficile d'accès. L'interminable attente dans le port de commerce. L'incroyable université Kaust, hypermoderne, grandiose, sortie de terre au milieu du désert en moins de deux ans.

Escale à Djibouti: L'arrivée au port et l'accostage à côté des boutres chargeant des zébus 3 par 3 à la grue... l'arrivée en Afrique ! ” **FABRICE NOT, COORDINATEUR SCIENTIFIQUE DE TARA OCEANS**

“ Mouillage, au large des côtes Djiboutiennes. Débarqués en Zodiac sur une plage inconnue, tels des

explorateurs des temps anciens. Nous marchons à travers dunes et palmeraies aux côtés de dromadaires sauvages. Nous découvrons un village authentique, Kalaf, fait de huttes de palmes où nous rencontrons le chef de tribu et buvons le thé traditionnel.

Rencontre improbable de deux cultures, deux mondes si différents...” **DANIEL CRON, SECOND À BORD DE TARA**

Barcelone octobre 2009. Premier contact depuis Lorient. Comme on retrouve un ami quitté il y a un mois, je retrouve Tara à l'heure espagnole. Plaisir des yeux, frissons, sensation du “ on s'est vu hier ”... Deux jours pour profiter de toi... et te quitter à nouveau... Loin des yeux, telle est la loi de Tara. **MYRIAM THOMAS, COORDINATRICE ÉVÈNEMENT TARA OCEANS**



L'avenir des océans

En cette année internationale de la biodiversité, à laquelle Tara Oceans participe, le ministre français de l'Écologie, Jean-Louis Borloo, répond aux questions du Journal Tara



Le 12 janvier dernier, Jean-Louis Borloo a lancé l'Année internationale de la biodiversité. © MEEEDM/DICOM

PROPOS RECUEILLIS PAR LISA GARNIER

Début janvier 2010, le ministre français de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer, Jean-Louis Borloo, présentait ses vœux pour la nouvelle année dans les locaux de l'UNESCO à Paris. Le journal Tara était présent à cette occasion. Parce que 2010 n'est pas seulement l'année de la célébration de la biodiversité par l'Organisation des Nations unies, elle est aussi l'année où des mesures doivent être décidées pour la sauvegarder.

Vous avez lancé, le 12 janvier 2010, l'année internationale de la biodiversité avec la projection du film Océans de Jacques Perrin, qui est une véritable ode à la mer. Faut-il y voir un symbole ?

Oui, clairement. Le film *Océans* de Jacques Perrin et Jacques Cluzaud permet d'illustrer une réalité incontestable : les mers et les océans ont été les grands oubliés du xx^e siècle. Or, en ce début de xxi^e siècle, je suis convaincu que c'est la mer qui sauvera la terre. La mer, "berceau du vivant", constitue en effet, une source considérable de biodiversité, de nourritures, de médicaments, de molécules ou d'énergies. Mais la mer est également un "colosse aux pieds d'argile" qui souffre de nombreux déséquilibres : surexploitation, pollutions terrestres ou marines, pression démographique... Ainsi, à l'occasion de l'ouverture de l'Assemblée générale de l'Initiative internationale pour les récifs coralliens (ICRI) avec les îles Samoa, le 12 janvier dernier, nous avons constaté que seuls 30% des récifs

coralliens étaient en bon état de conservation. Je crois qu'on ne pouvait pas trouver meilleur symbole que le film *Océans* pour lancer l'année de la biodiversité. Fort heureusement, en France et en Europe, les acteurs - chercheurs, navigateurs, élus ou associations - se mobilisent, notamment

dans le cadre du Grenelle de la mer : organisation l'année dernière des "premières journées de la mer", classement de l'hippocampe en espèces protégées, moratoire européen sur le requin-taureau, création en cours d'un parc naturel marin à Mayotte, remise des conclusions des 18 comités opérationnels au printemps... Puis, nous souhaitons que cette année de la biodiversité soit l'occasion de mieux protéger et de mieux faire connaître les immenses services rendus par la nature grâce à de nombreuses initiatives : lancement d'une "fête de la nature" sur le modèle de la fête de la musique, création d'un concours national "biodiversité", mise en place d'une Agence de la nature, regroupant le Conservatoire du Littoral, l'Agence des aires marines protégées et la Fédération des Parcs nationaux de France... Nous allons également nous battre, à Bali, lors du prochain Conseil d'administration du Programme des Nations unies pour l'Environnement (PNUE), les 24,

25 et 26 février, pour obtenir la création d'un groupe d'experts international sur la biodiversité comme cela existe sur le climat. Bref, pour reprendre la belle formule de l'astrophysicien Hubert Reeves, il est grand temps de "soigner ce mal de Terre" qui nous ronge.

L'expédition Tara s'intéresse aux planctons et microorganismes responsables pour moitié de l'oxygène que nous respirons et situés à la base de la chaîne alimentaire sous-marine. Cette biodiversité invisible, comme vous l'avez dit le mardi 12 janvier, est pourtant confrontée à l'augmentation du CO₂ atmosphérique et à l'acidification des océans. Après l'échec de Copenhague, quels sont nos prochains espoirs, nos prochains rendez-vous pour éviter le désastre ?

Copenhague a été une étape dans un processus complexe et vital. Or, comme toute étape, elle est forcément incomplète ou imparfaite. Cependant, pour la première fois, tous les grands pays du monde qu'il s'agisse de la Chine, des États-Unis, de l'Inde, du Brésil ou de l'Union européenne, sont engagés dans un processus commun de lutte contre le changement climatique. Pour la première fois, l'ensemble des chefs d'États et de Gouvernement se sont mis d'accord pour limiter la hausse des températures à 2°C, conformément aux recommandations formulées par les scienti-

"Je souhaite que cette année soit l'occasion de reconnaître et d'insister sur la place des sciences dans la protection de notre planète."

fiques du GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat). Pour la première fois, les pays développés ont pris des engagements financiers clairs et stables dans le temps au profit des pays les plus vulnérables. La France souhaite profiter de cette dynamique pour lancer de nouvelles initiatives : réunion des États forestiers, préparation active des prochaines réunions de Bonn en juin 2010 et de Mexico en novembre 2010. J'ai également lancé un appel solennel en marge du Conseil européen de Séville le samedi 16 janvier en faveur d'un lancement immédiat du programme "Fast Start" pour commencer à financer des projets dans les pays les plus vulnérables... Bref, la bataille pour les générations futures ne fait que commencer.

Avant "Tara Oceans", Tara est restée emprisonnée par les glaces de l'Arctique. Comment faire pour que ces eaux restent

un sanctuaire de biodiversité ? Vous vous êtes beaucoup investi pour Copenhague. Êtes-vous prêt à faire de même pour les océans et représenter la France pour la protection des océans ?

Les pôles, que ce soit l'Arctique ou l'Antarctique, sont à la fois les témoins, les victimes et les accélérateurs du changement climatique, en raison notamment, du rôle qu'ils jouent dans l'équilibre du climat. Il s'agit également de zones extrêmement fragiles où le réchauffement se "voit à l'œil nu" : je rappelle que la surface de la banquise a diminué de 8% en moins de 30 ans. Comme vous le savez, la France est depuis longtemps, passionnément attachée aux pôles et à leur avenir. Notre pays est ainsi à l'origine, en 1991, du classement de l'Antarctique en réserve naturelle consacrée à "la Science et à la Paix". De plus, la France est membre du Conseil Arctique depuis 2000 en qualité d'observateur : notre voix est d'autant plus écoutée que nous n'avons aucun intérêt économique dans la région. Je rappelle à cet égard, que nous avons beaucoup bataillé pour obtenir l'interdiction de la commercialisation des produits dérivés de la chasse au phoque en Europe. Pour le reste, le Grenelle de la mer nous a permis de formuler de nouvelles propositions que nous allons maintenant défendre au sein de toutes les instances internationales : la création d'un corps de "casques bleus des mers", la mise en place d'une véritable "ONU des mers" aux compétences élargies, la systématisation du "marquage des cuves" pour lutter contre les dégazages sauvages ou bien la création d'aires marines protégées en haute mer... Bref, en cette année de la biodiversité, nous devons impérativement être présents sur ces deux urgences que sont les océans et les pôles.

Auriez-vous un message à faire passer aux 100 scientifiques embarqués dans l'aventure de Tara Oceans ?

Oui, bien sûr. J'aimerais leur dire que nos sociétés modernes comptent sur eux pour les aider à réconcilier le progrès et l'avenir. D'ailleurs, tout l'enjeu consiste aujourd'hui à combler le fossé qui sépare les scientifiques des politiques. Nous avons besoin de leurs recherches, de leurs analyses et de leurs travaux pour prendre les bonnes décisions. C'est ce que nous avons commencé à faire dans le cadre du Grenelle Environnement avec la création de la Fondation de recherche sur la biodiversité ou du Haut Conseil aux biotechnologies. Je souhaite ainsi que cette année de la biodiversité soit l'occasion et de reconnaître et d'insister sur la place des sciences dans la protection de notre planète. Les chercheurs sont les boussoles de notre avenir. ■

Souvenirs d'escales

"Souvenir du départ : Le départ d'un navire c'est toujours un moment que l'on garde en mémoire. Trois longs coups de sirène et, dans la brume, la silhouette s'estompe... Ce 5 septembre, Tara n'a pas failli, il ne partait pas pour le Groenland, ni pour l'Antarctique, ni pour la dérive arctique.

Ces trois coups de sirène me semblaient plus longs : 3 ans autour du monde à la pêche au virus et pour comprendre notre planète. Quand reviendras-tu ?" **PHILIPPE CLAIS, DIRECTEUR ADMINISTRATIF DE TARA OCEANS**

"J'étais sur la première étape Lorient-Lisbonne. Nous sommes arrivés sur le Tage le matin du 10 septembre, le jour de mon anniversaire. Pas mal comme cadeau !

Je me souviens aussi des enfants de Naples et Beyrouth avec leurs grands yeux émerveillés et leurs questions parfois compliquées ! Également, la rencontre avec mon directeur de thèse à Athènes !

Et enfin, les rencontres avec les scientifiques d'Alger et du CNRS libanais à Beyrouth et bien sûr l'accueil fantastique de toutes les ambassades...

Chaque escale a été une découverte de la diversité humaine fabuleuse de ce bassin méditerranéen ! Et... pleine d'émotions." **ERIC KARSENTI, DIRECTEUR DE TARA OCEANS**

"Voir Tara à quai à Beyrouth sous le doux soleil de décembre... Moi qui aime le Liban et les Libanais depuis si longtemps et qui travaille pour Tara depuis plusieurs années, cette escale a été l'occasion unique de réunir ces deux passions. Ce furent donc trois jours merveilleux de rencontres avec les scientifiques du CNRS libanais, avec l'ambassade de France sur place, avec les lycéens. La magie de Tara Oceans et du Liban réunie !" **ELOÏSE FONTAINE, DIRECTRICE DE LA COMMUNICATION DE TARA OCEANS**

"Mon meilleur souvenir d'escale est sans doute l'arrivée à Djibouti. L'arrivée à quai, au milieu des boutres pleins de couleurs vives et de ces gens si souriants était éblouissante ! Après plusieurs jours en mer Rouge, avec des quarts un peu stressants vu les régions traversées, Djibouti résonnait comme une oasis de détente... Et je dois dire que tous les échanges, avec les personnes venues visiter le bateau comme avec les dockers sur le quai ont été très agréables !" **GUILLAUME BRACQ, CHEF MÉCANICIEN À BORD DE TARA**

"L'escale de Tara à Nice près d'Antibes a été pour moi très forte symboliquement. En effet Tara s'appelle ainsi en souvenir de ces années passées à Antibes, à bord des premiers Tara de notre grand-père commun (avec Étienne Bourgeois). Antibes, c'était les vacances, le plus souvent passées à bord des Tara et notre enfance entre cousins. Si notre grand-père savait !" **ROMAIN TROUBLÉ, DIRECTEUR DES OPÉRATIONS POUR TARA OCEANS**

Les brèves de la biodiversité

Tara Oceans est un projet labellisé "Année internationale de la biodiversité". La journée mondiale de la biodiversité aura lieu le 22 mai prochain. ■

L'Organisation des Nations unies a proclamé 2010, Année internationale de la biodiversité pour alerter l'opinion publique sur l'état et les conséquences du déclin de la biodiversité dans le monde. Face aux menaces qui pèsent sur elle, la conservation de la diversité biologique est devenue une préoccupation mondiale. ■

La Fondation pour la recherche sur la biodiversité (FRB) a souhaité apporter son soutien et son expertise à l'expédition Tara Oceans pour compléter les connaissances scientifiques françaises en matière de biodiversité marine, en particulier, chercher à mieux comprendre l'organisation spatiale des écosystèmes planctoniques et appréhender la réaction de ces systèmes aux variations. ■



La diversité des organismes planctoniques. 1. Un ver marin *Annélide Polychète* © M.Ormestad/Kahikai/Tara Oceans 2. Mollusque hétéropode *Atlanta peroni* © C.&N.Sardet/CNRS/UPMC/Villefranche-sur-Mer/Ibisa/Tara Oceans 3. Coccolithophore, *Emiliania huxleyi* © M. Carmichael/CNRS/UPMC/Station Biologique de Roscoff/Tara Oceans 4. Mollusque ptéropode gymnosome *Pneumodermopsis paucidens* © C.&N.Sardet/CNRS/UPMC/Villefranche-sur-Mer/Ibisa/Tara Oceans 5. Larve de poisson © M.Ormestad/Kahikai/Tara Oceans 6. Un groupe de radiolaires © J.Decelle, E.Reynaud CNRS/UPMC/Roscoff/UCD/Tara Oceans 7. Annelide polychaete *Tomopteris kefersteini* © C.&N.Sardet/CNRS/UPMC/Villefranche-sur-Mer/Ibisa/Tara Oceans 8. Mollusque ptéropode *Cavolinia inflexa* © C.&N.Sardet/CNRS/UPMC/Villefranche-sur-Mer/Ibisa/Tara Oceans 9. Coccolithophore *Coronosphaera mediterranea* © M.Ormestad/Kahikai/Tara Oceans 10. Crustacé amphipode hypérien © C.&N.Sardet/CNRS/UPMC/Villefranche-sur-Mer/Ibisa/Tara Oceans 11. Larve planctonique © M.Ormestad/Kahikai/Tara Oceans 12. Siphonophore © M.Ormestad/Kahikai/Tara Oceans 13. Dinoflagellé *Dinophysis Sp* © M. Carmichael/CNRS/UPMC/Station Biologique de Roscoff/Tara Oceans 14. Coccolithophore *Coronosphaera mediterranea* HOL © M. Carmichael/CNRS/UPMC/Station Biologique de Roscoff/Tara Oceans 15. Crustacé codépo

Tara Oceans, source d'innovations

La Fondation Veolia Environnement s'implique dans la mission Tara Oceans.



PAR ÉTIENNE COLLOMB*

En contribuant non seulement au financement d'une partie du matériel scientifique mais également à celui du poste d'un ingénieur océanographe, Veolia œuvre à améliorer les connaissances fondamentales, sources d'innovations pour de nouveaux services demain.

Comme le souligne Éric Karsenti, le directeur scientifique de l'expédition : " Deux grands thèmes sont au cœur de Tara Oceans. Le premier : la biodiversité marine va être caractérisée à la fois par des méthodes d'imagerie et de biologie moléculaire. Le deuxième concerne le développement de nouvelles méthodes de surveillance et de modélisation des écosystèmes marins ".

L'importance de la mesure

Pour préserver les écosystèmes marins, encore faut-il d'abord comprendre leur fonctionnement. Il est non seulement important d'identifier leurs locataires mais primordial d'observer les relations qu'ils établissent entre eux. À ce titre, à bord du bateau Tara, la rosette et ses sondes CTD (Conductivity Temperature Depth) et UPV (Underwater Video Profiler) forment une plateforme de mesures scientifiques des plus performantes du programme. Autre instrument, le cytomètre de flux couplé à la reconnaissance automatique d'images quantifie et analyse les organismes les plus petits (virus et bactéries) d'une colonne d'eau. Avec la collecte des échantillons acheminés, le temps d'une escale, vers un réseau de 15 laboratoires dans le monde, Tara Oceans mobilise ainsi quelque 100 chercheurs pour des disciplines allant de la biologie moléculaire aux professions méconnues des taxonomistes. Bref, savoir de quoi on parle permet de trouver demain les solutions. Comme l'explique Maguy Bourbigot, chef de mission Veolia au pôle de compétitivité Mer Bretagne : " Les métiers de la mer, ce sont aussi ceux qui permettront de fournir des études et conseils approfondis afin de rendre service aux collectivités locales pour un aménagement durable du littoral. Ils permettront aussi d'offrir des services aux usagers des eaux côtières, de fournir des technologies clés pour être compétitifs dans l'exploitation des ressources énergétiques et biologiques marines, dans l'ingénierie et la maintenance des infrastructures navales ".

Fabriquer les bons outils pour savoir qualifier le bon état écologique

Avec le pôle d'expertise et des programmes de recherche consacrés à l'analyse environnementale, Veolia dispose d'équipes de chercheurs et d'ingénieurs capables de relever ces défis. Stelio Casas, chef de projet R&D chez Veolia (pôle " Risques et impacts environ-

nementaux "), souligne " qu'il est important de proposer de nouvelles générations d'indicateurs capables de répondre aux nouvelles exigences réglementaires. Autrement dit de pouvoir compter sur des indicateurs biologiques rendant compte du bon fonctionnement des masses d'eau. La mission Tara Oceans nous permettra, par la mise

" Savoir de quoi on parle permet de trouver demain les solutions. "

en évidence des espèces évoluant dans le milieu aquatique marin, de mieux définir ce que l'on entend par " bon état écologique " pour ensuite concevoir une nouvelle filière d'indicateurs, répondant à nos objectifs, ceux d'abord liés à l'impact environnemental de nos activités. Comme l'analyse Maguy Bourbigot, " ces nouvelles exigences réglementaires entraînent donc deux ruptures importantes sur l'espace et le concept. L'espace de surveillance est bien plus vaste, passant d'un mille nautique à 200 milles nautiques de la côte. Pour le concept, l'objectif est d'atteindre le bon état écologique sur les zones définies. D'ici 2020, la France, comme les autres pays maritimes européens, a obligation de connaître les écosystèmes et leur fonctionnement, de caractériser leur état, définir des indicateurs, de restaurer les milieux nécessaires. "

Recherche fondamentale et innovation : le programme Poséidon

Proposé par le chercheur Colomban de Vargas de la Station biologique de Roscoff, le programme Poséidon a été sélectionné par l'Agence nationale de la Recherche (ANR) et labellisé récemment par le pôle de compétitivité Mer Bretagne. Son originalité est de s'intéresser aux protistes, ces êtres unicellulaires dotés d'un noyau qui sont extraordinairement diversifiés dans le plancton océanique. Colomban de Vargas précise : " Ils sont à l'origine de l'atmosphère terrestre : avec leur corps relativement dense, ils transfèrent du carbone depuis l'atmosphère jusque dans les sédiments profonds qui peuvent atteindre plusieurs centaines de mètres d'épaisseur sur des centaines de millions d'années. Et comme ils possèdent de très gros génomes (l'ensemble des gènes d'un organisme) - certaines espèces ont plus de gènes que l'homme ! - leur séquençage va fournir un immense répertoire de fonctions génétiques qui pourra être utile pour la santé, l'alimentation, l'énergie, les nanotechnologies. "

Au moment du départ, le 5 septembre 2009 le maire de Lorient, Norbert Métairie, déclarait devant une assistance nombreuse : " Il est important que nos métiers de la mer disposent de connaissances fondamentales. Savoir gérer la ressource en toute connaissance de cause assure la pérennité de nos activités industrielles maritimes, sources d'emploi. " Avec la récente publication du *Livre bleu du Grenelle de la mer* en décembre 2009 et ses 137 propositions, ce sont autant d'actions qui devront être en phase avec une gestion nécessairement plus globale du monde maritime. Mais elles tardent toujours à venir. Tara Oceans, largement médiatisé, devrait concourir, modestement, à faire avancer les choses. ■

* Journaliste pour l'agence éditoriale K-minos / Agence de communication Bords de Loir.



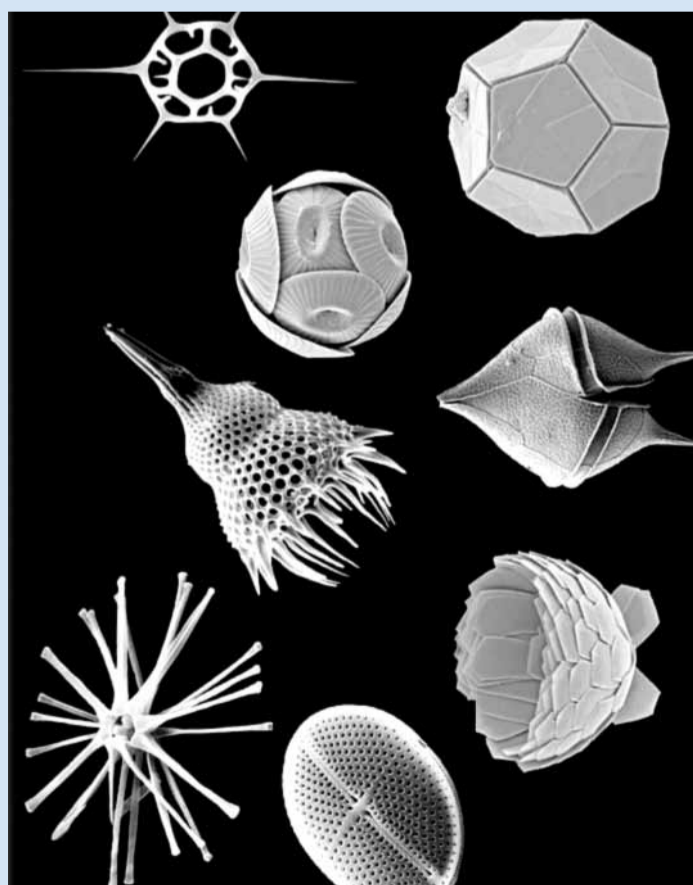
Descente de la rosette d'analyseurs. © F.Latreille/Fonds Tara

Rencontre au Cosmos Club

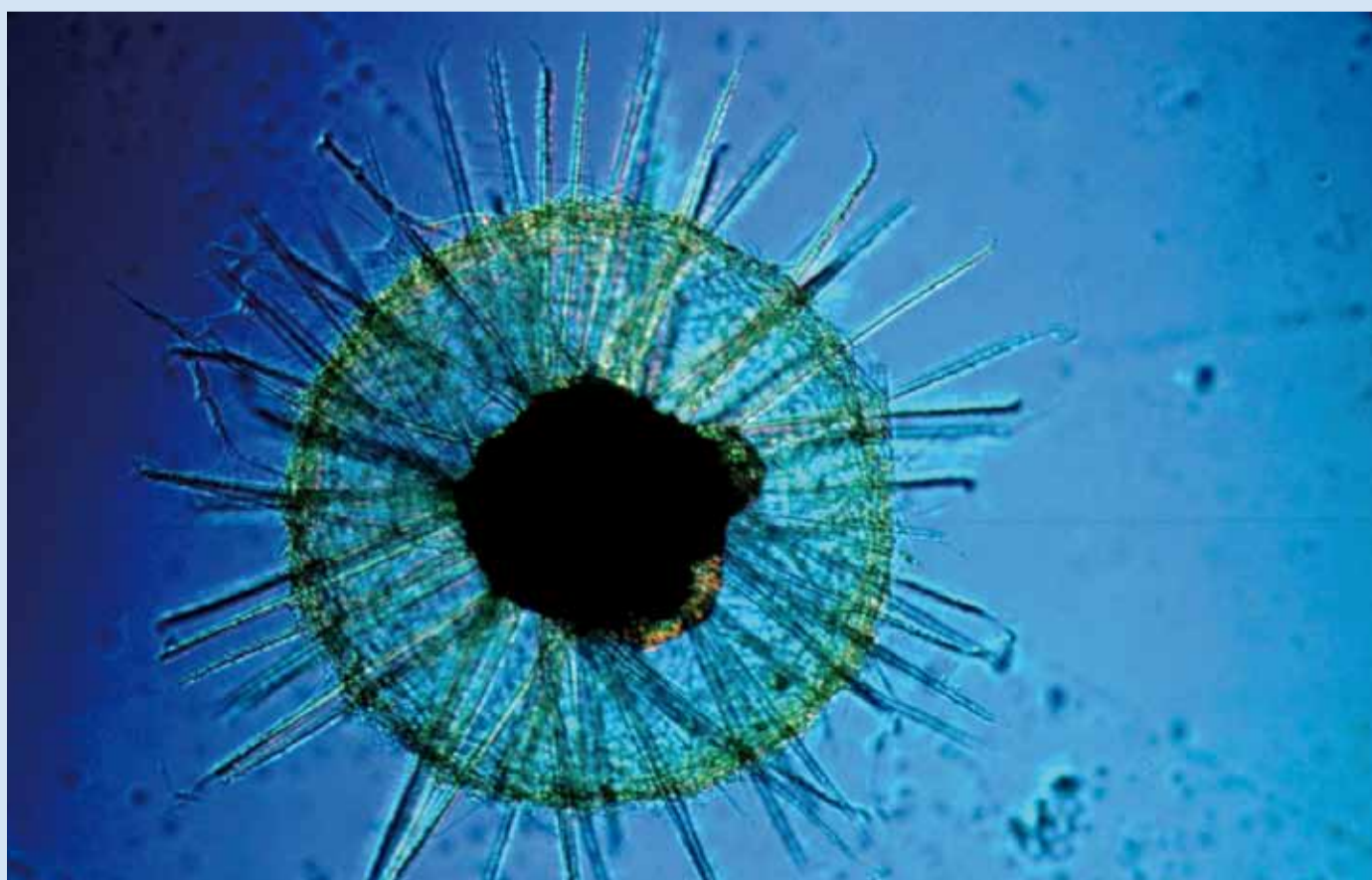
Le 25 janvier 2010, Thierry Vandeveld, Délégué général de la Fondation Veolia et Sebastian Troeng, vice-président de l'ONG Conservation International ont invité les équipes de Tara Oceans à présenter leur projet devant les acteurs de la recherche américaine, au Cosmos Club, à Washington*.

Éric Karsenti, directeur scientifique de Tara Oceans, Michael Sieracki, co-coordonateur scientifique de l'expédition, Romain Troublé, directeur des opérations pour Tara ainsi que Maguy Bourbigot, chef de mission Veolia auprès du pôle Mer Bretagne, ont exposé en détail l'intérêt d'une telle expédition scientifique. Une rencontre importante donc, vu la renommée historique de ce club très privé, un haut lieu du savoir encyclopédique et du relais d'opinions dans le monde. Rappelons que le Cosmos Club, né en 1878, contribua 10 ans plus tard à la naissance du plus célèbre des magazines, le *National Geographic*. La mission Tara Oceans, fidèle à l'audace des grands aventuriers, aura convaincu. ■

* À l'initiative de cette manifestation, le président du Washington Liaison Office LLC, M. Seymour Rotter, membre du Cosmos Club depuis 11 ans.



Protistes en microscopie électronique. © Tara Oceans



Protiste radiolaire. © C.Carré/Tara Oceans



Les gliders : des robots sous-marins

En décembre 2009, Tara était au cœur d'une expérience unique au monde



Pour se déplacer, le glider possède une paire d'ailes et un gouvernail. Tous deux sont fixes. Ce sont les masses situées à l'intérieur de l'engin – en l'occurrence les piles – qui peuvent bouger de gauche à droite. Leurs mouvements déséquilibrent l'engin et permettent de tourner d'un côté comme de l'autre. © D.Sauveur/Fonds Tara

PAR LISA GARNIER

Glider est leur nom courant - planeur en français. Et de fait, les gliders sont des robots téléguidés sous-marins qui planent dans l'eau à la manière des manchots et des dauphins. Quoiqu'avec beaucoup moins d'aisance et de rapidité tout de même ! Au large de Chypre, six d'entre eux ont joué les indics pour l'expédition Tara Oceans.

“ C'est la première fois que nous couplons activement l'utilisation de tant de gliders avec des méthodes d'échantillonnage de l'eau, plus classiques, de type rosette, dont est équipé Tara ” explique Fabrizio D'Ortenzio, chercheur au Laboratoire Océanographique de Villefranche-sur-Mer en France. L'objectif étant de décortiquer la structure physique, chimique et biologique d'un tourbillon marin que les scientifiques appellent un gyre. Au sud de Chypre, fait exceptionnel, un tel tourbillon existe de manière quasi permanente : large de 60 kilomètres, sa durée de vie atteint entre sept et douze mois. “ Normalement, les tourbillons ne s'observent qu'entre deux et trois mois. Mais le mont sous-marin Eratosthène situé au sud de Chypre fonctionne comme un piège à tourbillons. Sa hauteur de 2 000 mètres environ sur un fond de 2 750 mètres emprisonne de façon mécanique les eaux en rotation. ” Une exception océanographique idéale pour qui veut les étudier.

“ Une semaine avant le départ d'Athènes de Tara, les six gliders ont été envoyés en parallèle depuis Chypre vers la zone à étudier. Comme ils envoient leurs informations en temps réel, nous pouvons à l'aide des données récoltées dans les profondeurs par ces robots sous-marins, construire une carte tridimensionnelle de certaines conditions physiques, chimiques et biologiques de la colonne d'eau. Ainsi, quand Tara est arrivé sur la zone du tourbillon, nous savions précisément où réaliser les mesures plus spécifiques. ” Armés d'une flopée de capteurs, plongeant jusqu'à 1 000 m de profondeur, les gliders sont en effet des robots océanographes bien pratiques. Mesures d'oxygène dissous dans l'eau, salinité, température, profondeur, fluorescence émise par les organismes phytoplanctoniques sont autant de données qu'ils peuvent mettre en mémoire et envoyer aux chercheurs via

leur antenne lorsqu'ils reviennent en surface. “ Ils envoient leurs informations par satellites ” explique Pierre Testor, spécialiste de l'engin et chercheur du CNRS au Laboratoire d'Océanographie et de Climatologie à Paris, “ et nous pouvons leur en fournir de nouvelles aussi. Comme un changement de trajectoire. ” L'avantage des gliders repose aussi sur leur autonomie. Leurs besoins énergétiques ne nécessitent que deux watts, soit l'équivalent de ceux de deux petites ampoules sur une guirlande de Noël, assez pour voyager durant deux à trois mois. “ Les gliders n'ont pas d'hélice ” enchaine Pierre Testor. “ Ils se déplacent verticalement dans l'eau par des modifications de leur volume (ballast). En surface, le volume est réduit à l'aide d'un piston, ce qui tend à les faire couler. Puis à une profondeur déterminée, ils actionnent le mécanisme servant à augmenter leur volume. Cela les fait remonter en surface ”. C'est pourquoi un glider ne voyage jamais rapidement. Tout au plus 30 kilomètres par jour et ce, toujours selon une trajectoire en dents de

L'avantage de ces robots repose sur leur autonomie : deux à trois mois.

scie : de bas en haut puis de haut en bas, etc.

Mais pourquoi coupler ces robots avec les techniques d'échantillonnages de Tara ? “ Les gliders vont très finement caractériser la position du tourbillon. Cela fait déjà plusieurs années que des études sont menées par le CNRS à ce sujet, comme la campagne océanographique BOUM¹, mais cette fois, nous allons plus loin dans la démarche. Nous souhaitons savoir si le tourbillon représente une frontière physique pour les microorganismes planctoniques. Est-ce que sa présence favorise telle ou telle espèce phytoplanctonique par rapport aux conditions océanographiques périphériques, par exemple ? La Méditerranée étant dans cette région plutôt pauvre en nutriments et en espèces planctoniques, on suppose que “ l'œil ” du tourbillon représente une région à part. Il est possible que ses caractéristiques environnementales favorisent la croissance phytoplanctonique, ou le contraire. Souvent associés à des flux d'eau, ces tourbillons peuvent en effet augmenter les flux de nutriments, qui situés au fond des océans, remontent vers la surface et permettent à une certaine “ faune et flore ” de se nourrir et de se développer. Ce sont les espèces de cette faune et flore qu'a pour but d'échantillonner Tara à l'aide de sa batterie d'instruments embarqués à bord.

“ Dans un contexte de changement climatique, nous voulons

savoir si lorsque l'océan se désertifie, l'activité biologique de petites structures, telles que ce tourbillon, peut représenter la vie des oasis de demain ” explique Fabrizio D'Ortenzio. “ Le phytoplancton s'adapte aux grandes structures physiques et environnementales, tout comme le font nos forêts et nos plantes terrestres. Les écosystèmes de montagne sont différents de ceux de bord de mer par exemple. Là, nous voulons savoir comment agit cette petite structure marine sur la dynamique de l'écosystème. ”

Cette opération effectuée, Fabrizio D'Ortenzio et Pierre Testor ont ensuite envoyé deux des gliders sur les frontières du tourbillon. Une mission de 2 mois prévue pour décrire avec le plus de précisions possible la structure et déterminer si oui ou non, les eaux internes et externes restent imperméables entre elles. Une première ! ■

¹ CNRS-LOPB/COM, Marseille, France. Cette campagne a pour objectif de donner une description longitudinale de la biogéochimie et de la diversité biologique de la mer Méditerranée, et de produire une étude détaillée de la production biologique et de son devenir.

Cette expérience est le résultat d'un partenariat international qui regroupe plusieurs équipes et instituts de recherche en France, à Chypre, en Italie et en Belgique.

- 1) École nationale supérieure de Techniques Avancées
- 2) Laboratoire d'Océanographie de Villefranche
- 3) Laboratoire d'Océanographie et de Climatologie
- 4) Division Technologique
- 5) Oceanography Centre of the University of Cyprus
- 6) Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale
- 7) Université Libre de Bruxelles
- 8) Stazione Zoologica di Napoli
- 9) Ambassade de France à Chypre

Premier bilan

Pour l'océanographe Pierre Testor, “ la mission a été un succès. Nous avons réussi à échantillonner le gyre tout en y réalisant un nombre incroyable de mesures. Les 4 000 profils verticaux répartis autour et dans la structure donnent une image précise de l'environnement. ” Un seul regret : l'un des gliders sensés continuer la mission n'a plus émis de nouvelles à partir du 21 décembre. Longue vie au second ! ■ LG

Hervé Bourmaud, capitaine de Tara



Hervé Bourmaud dans la tempête. © S.Bollet/Fonds Tara

PAR DINO DI MEO

Capitaine de Tara lors de l'expédition polaire Tara Arctique entre 2006 et 2008, cet ancien patron pêcheur adopté par l'île d'Yeu a réalisé un rêve de toujours : naviguer sur Tara. Depuis, le bateau et lui ne se quittent plus. En 2009, Hervé a géré tout le chantier de transformation du bateau à Lorient pour qu'il s'adapte à l'expédition Tara Oceans. Capitaine confirmé de 38 ans, il en garde quelques souvenirs plus marquants que les autres. “ Je n'ai pas oublié la mise en glace de Tara lorsque la banquise s'est déchirée et qu'il a fallu aller chercher tous les instruments un à un pour que l'expédition puisse continuer ” rappelle-t-il. “ Je me souviens aussi du coup de vent à 70 nœuds subi par le bateau au large de la Sardaigne... La Méditerranée peut être aussi une mer très dure ”. Habitué à sillonner les océans, Hervé se laisse bercer par ses souvenirs. “ Il y a une sacrée émotion à monter sur un tel bateau ”. Il dirige ce laboratoire flottant en alternance avec Olivier Marien. ■

L'expédition Tara Oceans de septembre 2009 à janvier 2010

6 500 milles parcourus -- **4 700 échantillons** prélevés -- **200 kilomètres** de câble océanographique descendus et remontés pour les stations -- **35 stations** de prélèvements scientifiques -- **50 scientifiques dont 15 femmes** se sont relayés à bord -- **18 nationalités** ont été représentées sur Tara -- **4 expéditions** d'échantillons scientifiques (Barcelone, Nice, Dubrovnik, Djibouti) -- **2 000 kilomètres** c'est le parcours moyen d'un échantillon de Tara au labo -- **120 heures** de tournage vidéos -- **100 m³ d'eau** douce produite à bord -- **40 manœuvres** d'accostage -- **16 pays** visités -- **3 300 élèves** inscrits au programme éducatif -- **1 200 inscrits** au Club Tara Junior -- **5 000 personnes** ont assisté au départ de Tara à Lorient -- **944 échantillons de coraux** ont été prélevés à Djibouti -- **27 sites de coraux** ont été explorés à Djibouti -- **1 100 heures** de moteur -- **335 parutions médiatiques** ont été consacrées à Tara Oceans en France et **68 à l'étranger** -- **3h21 minutes** ont été consacrées à Tara Oceans dans l'émission de télévision française *Thalassa*.